

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2003年 4月16日

出願番号
Application Number:

特願2003-111432

[ST.10/C]:

[JP2003-111432]

出願人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

REC'D 13 JUN 2003
WIPO PCT

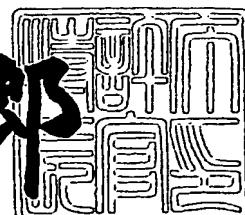
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039599

【書類名】 特許願
【整理番号】 2901250019
【提出日】 平成15年 4月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01B 11/00
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 三輪 道雄
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 間藤 隆一
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 佐藤 政喜
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 増田 悟
【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100072604
【弁理士】
【氏名又は名称】 有我 軍一郎
【電話番号】 03-3370-2470

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-119692

【出願日】 平成14年 4月22日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006529

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908698

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カメラ補正装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 壇体と前記壇体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

第1の座標系に対する前記壇体の位置を示す第1の壇体位置情報を保持する第1の壇体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記壇体の位置を示す第2の壇体位置情報を保持する第2の壇体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の壇体位置情報保持手段に保持された前記第1の壇体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の壇体位置情報保持手段に保持された前記第2の壇体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項2】 壇体と前記壇体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学

系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項3】 壁体と前記壁体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記壁体の位置を示す第1の壁体位置情報を保持する第1の壁体位置情報保持手段と、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記壁体の位置を示す第2の壁体位置情報を保持する第2の壁体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の壁体位置情報保持手段に保持された前記第1の壁体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の壁体位置情報保持手段に保持された前記第2の壁体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位

置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項4】 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、

前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項3記載のカメラ補正装置。

【請求項5】 前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする請求項4記載のカメラ補正装置。

【請求項6】 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、

前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする請求項4記載のカメラ補正装置。

【請求項7】 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、

前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする請求

項4記載のカメラ補正装置。

【請求項8】 壁体と前記壁体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記壁体の位置を示す第1の壁体位置情報を保持する第1の壁体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記壁体の位置を示す第2の壁体位置情報を保持する第2の壁体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の壁体位置情報保持手段に保持された前記第1の壁体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の壁体位置情報保持手段に保持された前記第2の壁体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項9】 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、

前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、

前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、

前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項8記載のカメラ補正装置。

【請求項10】 前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、

前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする請求項9記載のカメラ補正装置。

【請求項11】 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報

から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項12】 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、

前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項11記載のカメラ補正装置。

【請求項13】 前記補正量算出手段が、

前記結像位置情報に含まれる前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、

前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、

前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とする請求項12記載のカメラ補正装置。

【請求項14】 前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求項1から請求項13までの何れかに記載のカメラ補正装置。

【請求項15】 請求項1から請求項14までの何れかに記載のカメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項16】 請求項1から請求項14までの何れかに記載のカメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像制御装置。

【請求項17】 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づい

て、前記第2の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項18】筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報を保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報を保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項19】筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報を保持ステップと、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報を保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報を生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報を生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報を保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報を生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報を生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報をに基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情

報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を持
る第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測
位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位
置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学
系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正
ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項20】 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を
介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方
法であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐
体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第
2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記
第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する
第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情
報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報お
よび前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置
情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の
筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光
学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情
報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれ

る動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項21】筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報を生成するステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報を保持するステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持するステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持するステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報を生成するステップで生成された前記第2の光学系位置情報をに基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報を生成するステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報を生成するステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報をおよび前記予測位置情報を保持するステップで保持された前記予測位置情報をに基づいて、前記第2の光学系位置

情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

【請求項22】 前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求項17から請求項21までの何れかに記載のカメラ補正方法。

【請求項23】 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【請求項24】 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プ

ログラムであって、

所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【請求項25】 壇体と前記壇体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記壇体の位置を示す第1の壇体位置情報を保持する第1の壇体位置情報保持ステップと、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記壇体の位置を示す第2の壇体位置情報を保持する第2の壇体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の壇体位置情報保持ステップで保持された前記第1の壇体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の壇体位置情報保持ステップで保持された前記第2の壇体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム

【請求項26】 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報を保持する前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行さ

することを特徴とするカメラ補正プログラム。

【請求項27】筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報を基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報を保持する第2の光学系位置情報を基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラ補正装置に関し、特に、車両などに設置されるカメラの校正を行うカメラ補正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、車両の外部に設置されたカメラに接続され、カメラによって取得された画像情報に基づいて、車両の周辺、特に、路面上の対象物の位置を検出するECU (Electronic Control Unit)などの撮像制御装置が普及している。この種の撮像制御装置に対してカメラを組み合わせる過程においては、カメラ個々の光学系のパラメータを特定するために、一般に「校正」と呼ばれる作業が行われている。

【0003】

上述したカメラの校正を行うカメラ校正装置としては、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うものと、カメラが車両に設置された後にカメラの校正を行うものとが知られており、特に、カメラを車両に設置する際に行われる作業を簡略化するという観点から、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うカメラ校正装置の需要が高まっている。

【0004】

このような従来のカメラ校正装置500は、図39から図41に示すように、撮像装置としてのカメラ510に接続されるようになっている。カメラ510は、筐体511と筐体511に支持された光学系512とを有しており、光学系512を介して画像情報を取得するようになっている。

【0005】

カメラ校正装置500は、カメラ生産工場に構成された第1の座標系501に対する筐体511の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部515と、車両生産工場に構成された第2の座標系502に対する筐体511の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部5

16とを備えている。

【0006】

カメラ校正装置500は、カメラ生産工場においてカメラ510の校正を行うようになっており、第1の座標系501には、カメラ510の校正を行うための校正マーカ505が配置されている。ここで、カメラ510の校正とは、筐体511が車両508に対して設計によって決められた位置に設置された場合の光学系512の位置を算出する動作である。

【0007】

また、カメラ校正装置500は、第1の座標系501に対する光学系512の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部517と、第1の光学系位置情報生成部517によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部518とを備えている。第1の光学系位置情報生成部517は、カメラ510によって取得された校正マーカ505の画像情報に基づいて、第1の座標系501に対する光学系512の位置を算出するようになっている。

【0008】

また、カメラ校正装置500は、第2の座標系502に対する光学系512の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部520と、第2の光学系位置情報生成部520によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部530とを備えている。

【0009】

第2の光学系位置情報生成部520は、第1の筐体位置情報保持部515に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部518に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部516に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系502に対する光学系512の位置を算出するようになっている。

【0010】

このように構成されたカメラ校正装置500は、第2の座標系502に対する光学系512の位置を算出することにより、カメラ生産工場においてカメラ51

0の校正を行うようになっている。そして、第2の光学系位置情報保持部530に保持された第2の光学系位置情報に基づいて、車両508に設置されたカメラ510によって取得された画像情報から、撮像制御装置で路面上の対象物の位置を検出するようにしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のカメラ校正装置においては、第2の光学系位置情報保持部に保持された第2の光学系位置情報を補正することができないため、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、撮像制御装置に路面上の対象物の位置を正確に検出させることができないという問題があった。

【0012】

本発明は、このような問題を解決するため、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光

光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0014】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0015】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0016】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0017】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成

手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0018】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0019】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0020】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0021】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする構成を有している。

【0022】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差を無視することができ、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0023】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0024】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を指定することができ、補正マーカの結像位置情報を確実に抽出することができる。

【0025】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0026】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を検索す

ることができ、補正マーカの結像位置情報を容易に抽出することができる。

【0027】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0028】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0029】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、前記平面投影画像分

割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0030】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、複数の画像領域における動きベクトルを容易に抽出することができる。

【0031】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする構成を有している。

【0032】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、分割マーカを利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

【0033】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と

、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0034】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0035】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0036】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0037】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正量算出手段が、前記結像位置情報に含まれる前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とする構成を有している。

【0038】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の輪郭線から点を抽出することができ、第2の光学系位置情報の補正量を確実に算出することができる。

【0039】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする構成を有している。

【0040】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0041】

また、本発明の撮像装置は、カメラ補正装置を備えた構成を有している。

【0042】

この構成により、本発明の撮像装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

【0043】

また、本発明の撮像制御装置は、カメラ補正装置を備えた構成を有している。

【0044】

この構成により、本発明の撮像制御装置は、車両などに設置されたカメラの光

学系のパラメータを補正することができる。

【0045】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0046】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0047】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学

系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0048】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0049】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持

ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0050】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0051】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0052】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0053】

また、本発明のカメラ補正方法は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0054】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両の一部を利用して第2の光

学系位置情報を補正することができる。

【0055】

また、本発明のカメラ補正方法は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする構成を有している。

【0056】

この構成により、本発明のカメラ補正方法は、筐体を車両に対して不正確な位置に設置した場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0057】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報を基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報を基づいて、前記第2の筐体位置情報を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0058】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0059】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0060】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0061】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する前記第1の光学系

位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0062】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0063】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前

記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0064】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0065】

また、本発明のカメラ補正プログラムは、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報

生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報をおよび前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする構成を有している。

【0066】

この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0067】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(第1の実施の形態)

【0068】

図1から図13は、本発明に係るカメラ補正装置の第1の実施の形態を示す図である。

【0069】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0070】

図1から図3において、カメラ補正装置100は、撮像装置としてのカメラ110に接続されるようになっている。カメラ110は、筐体111と筐体111に支持された光学系112とを有しており、光学系112を介して画像情報を取得するようになっている。

【0071】

カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部115と、第2の座標系102に対する筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2

の筐体位置情報保持部116と、第1の座標系101に対する校正マーカ105の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部125と、第2の座標系102に対する補正マーカ106の位置を示す補正マーカ位置情報を保持する補正マーカ位置情報保持部126とを備えている。

【0072】

第1の座標系101は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系101には、 X_1 軸、 Y_1 軸、 Z_1 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ110の校正を行うための校正マーカ105が配置されている。校正マーカ105は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ105は、第1の作業場所に設置されたカメラ110の視野範囲を覆うように配置されている。

【0073】

第2の座標系102は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系102には、 X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸が設けられ、第2の座標系102の $X_2 Y_2$ 平面は、車両108が設置される路面102aを構成している。路面102aには、補正マーカ106が配置されている。補正マーカ106は、2次元に配列された2個以上の点によって構成されており、それぞれの点は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されている。

【0074】

カメラ補正装置100は、第1の作業場所においてカメラ110の校正を行うようになっている。カメラ110は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115に保持されるようになっている。ここで、カメラ110の校正とは、カメラ110が第2の作業場所において車両108に設置されたときの光学系112の位置を算出する動作である。

【0075】

カメラ補正装置100によって校正されたカメラ110は、第2の作業場所において車両108に設置されるようになっている。カメラ110は、第2の座標

系102に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部116に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の筐体111の位置を示している。

【0076】

また、カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する光学系112の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118とを備えている。

【0077】

第1の光学系位置情報生成部117は、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部125に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出するようになっている。ここで、光学系112の位置とは、光学系112の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出する方法としては、文献1 (R. Tsai, A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, RA-3(4): 323-344, 1987) に記載された方法を用いることができる。

【0078】

また、カメラ補正装置100は、第2の座標系102に対する光学系112の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部120と、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部130とを備えている。

【0079】

第2の光学系位置情報生成部120は、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持

された第2の筐体位置情報から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。

【0080】

第2の光学系位置情報生成部120は、次の方法によって第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。

【0081】

まず、第1の座標系101に対する筐体111の位置と第1の座標系101に対する光学系112の位置とを比較し、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係を求める。そして、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係に基づいて、第2の座標系102に対する筐体111の位置から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出する。したがって、第2の光学系位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の光学系112の位置を示している。

【0082】

第2の作業場所において車両108に設置されたカメラ110には、図4に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系113が構成されている。カメラ座標系113には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系113の原点は、光学系112の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系113のx軸は、カメラ110の左右方向に設けられ、カメラ座標系113のy軸は、カメラ110の上下方向に設けられ、カメラ座標系113のz軸は、光学系112の光軸と一致するように設けられている。

【0083】

また、カメラ座標系113の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系114が構成されている。画像座標系114には、p軸、q軸が設けられている。カメラ110は、光学系112を介して画像座標系114に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

【0084】

また、カメラ補正装置100は、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部140と、予測位

置情報生成部140によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部150とを備えている。

【0085】

予測位置情報生成部140は、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部126に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出するようになっている。カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出する方法としては、上記の文献1に記載された方法を用いることができる。

【0086】

第2の座標系102に配置された補正マーカ106は、図5に示すように、光学系112を介して画像座標系114の結像位置 P_n' ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) に結像するようになっている。ここで、結像位置 P_n' は、筐体111が車両108に対して正確な位置、即ち、第2の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部140によって算出された予測位置 P_n ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) と一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系114における結像位置 P_n' は、予測位置 P_n から離隔している。

【0087】

第2の光学系位置情報は、第2の座標系102に対するカメラ座標系113の平行移動および回転を示す6個のパラメータを含んでいる。この6個のパラメータは、図6に示す X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸方向の平行移動成分と、図7に示すx軸、y軸、z軸まわりの回転成分とによって構成されている。筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置されることによって生じる第2の光学系位置情報の誤差は、平行移動成分および回転成分のそれぞれの誤差を含んでいる。筐体111が車両108に取り付けられる際には、平行移動成分にして数cm、回転成分にして数度の誤差が生じている。

【0088】

ここで、カメラ110によって取得された路面102aの画像情報に対して車両108の駐車動作を補助するための補助線を表示する場合を考える。なお、筐体111は、車両108に対して高さ1000mmの位置に設置され、補助線は、車両108の後端から3000mmの位置に表示されるものとする。

【0089】

まず、図8に示すように、筐体111が車両108に対して Y_2 軸方向に50mmずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報の Y_2 軸方向の平行移動成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y_2 軸方向に50mmずれた位置に表示される。この場合、3000mm先の50mmの離隔量であるため、図5に示す画像座標系114における結像位置 P_n' の予測位置 P_n からの離隔量は小さい。したがって、第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差は無視することができる。

【0090】

これに対して、図9に示すように、筐体111が車両108に対してx軸まわりに1°ずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報のx軸まわりの回転成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y_2 軸方向に約184mmずれた位置に表示される。この場合、図5に示す画像座標系114における結像位置 P_n' の予測位置 P_n からの離隔量は無視できなくなる。したがって、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用いることができる。

【0091】

このような第2の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置100は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部160を備えている。

【0092】

補正部160は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するよ

うになっている。

【0093】

補正部160は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部170と、結像位置情報抽出部170によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部180と、補正量算出部180によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部190とを有している。

【0094】

結像位置情報抽出部170は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報を表示する画像情報表示部171と、画像情報表示部171に表示された補正マーカ106の画像情報において補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定し、画像情報から結像位置情報を抽出する結像位置指定部172とを有している。

【0095】

図10に示すように、画像情報表示部171には、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報と、補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定するカーソル174とが表示されるようになっている。

【0096】

結像位置指定部172には、画像情報表示部171に表示されたカーソル174の位置を移動させる上方向キー175a、下方向キー175b、左方向キー175cおよび右方向キー175dと、カーソル174の位置を決定する決定キー176と、補正マーカ106の点の番号nを表示する番号表示部177と、番号表示部177に表示された番号nを変更する加算キー178aおよび減算キー178bとが設けられている。

【0097】

補正量算出部180は、次の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0098】

まず、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用い、筐体111が車両108に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系113のx軸、y軸、z軸まわりの回転角をそれぞれ θ 、 ϕ 、 ψ 、画像座標系114における結像位置 P_n' の座標を (p_n', q_n') 、予測位置 P_n の座標を (p_n, q_n) と表すと、 θ 、 ϕ 、 ψ の値は、式(1)において、Jの値を最小にする R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{33} を求めることにより算出される。

【数1】

$$J = \sum_{n=1}^N \left[\left(p_n' (R_{13}p_n + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f) \right)^2 + \left(q_n' (R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f) - f(R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f) \right)^2 \right] \quad (1)$$

なお、式(1)において、 (p_n', q_n') と (p_n, q_n) との関係は、式(2)のように表される。

【数2】

$$\begin{cases} p' = f \frac{R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \\ q' = f \frac{R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \end{cases} \quad (2)$$

また、 R_{11} から R_{33} と θ 、 ϕ 、 ψ との関係は、式(3)、式(4)、式(5)のように表される。

【数3】

$$\left\{ \begin{array}{l} Rx = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \\ Ry = \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & -\sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\phi & 0 & \cos\phi \end{bmatrix} \\ Rz = \begin{bmatrix} \cos\psi & \sin\psi & 0 \\ -\sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad (3)$$

$$R = Rx \times Ry \times Rz \quad (4)$$

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

なお、本実施の形態では、補正マーカ106が6個の点によって構成されているが、補正マーカ106は2個以上の点によって構成されればよく、補正量算出部180は、補正マーカ106が2個の点によって構成されれば、θ、ψ、φの値を算出することができ、補正マーカ106が3個以上の点によって構成されれば、θ、ψ、φの値をより正確に算出することができる。

【0099】

このように構成されたカメラ補正装置100は、図11に示すように、カメラ110を調整するためのコンピュータ191、カメラ110を制御する撮像制御装置としてのECU192などによって実現されている。

【0100】

コンピュータ191は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図11(a)に示すように、第1の作業場所においてカメラ110に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ191は、上述した第1の筐体位置情報保持部115、第2の筐体位置情報保持部116、第1の光学系位置情報生成部117、第1の光学系位置

情報保持部118、第2の光学系位置情報生成部120、校正マーカ位置情報保持部125、補正マーカ位置情報保持部126、第2の光学系位置情報保持部130、予測位置情報生成部140および予測位置情報保持部150を構成している。

【0101】

ECU192は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図11(c)に示すように、第2の作業場所においてカメラ110に接続され、車両108に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU192は、上述した第2の光学系位置情報保持部130、予測位置情報保持部150および補正部160を構成している。

【0102】

第1の作業場所から第2の作業場所には、図11(b)に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体193が添付されたカメラ110が搬送されるようになっている。記録媒体193には、第2の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第2の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ191からECU192に移送するために用いられるようになっている。

【0103】

なお、本実施の形態では、第1の作業場所から第2の作業場所には、カメラ110および記録媒体193が搬送されるようになっているが、図12に示すように、カメラ110、第2の光学系位置情報保持部130、予測位置情報保持部150および補正部160によって構成されたカメラユニット194が搬送されるように構成してもよい。

【0104】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0105】

図13において、カメラ補正装置100は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0106】

まず、カメラ110が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系101に対

して所定の位置に配置される（S101）。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115、第2の筐体位置情報保持部116、校正マーカ位置情報保持部125および補正マーカ位置情報保持部126にそれぞれ保持される（S102）。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0107】

次に、カメラ110によって校正マーカ105が撮影され（S103）、第1の光学系位置情報生成部117が、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部125に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する（S104）。そして、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部118に保持される（S105）。

【0108】

次に、第2の光学系位置情報生成部120が、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する（S106）。そして、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部130に保持される（S107）。

【0109】

次に、予測位置情報生成部140が、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部126に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する（S108）。そして、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部150に保持される（S109）。

【0110】

次に、カメラ110および記録媒体193が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ110が、第2の作業場所において車両108に設置され、第2の座標系102に対して所定の位置に配置される(S110)。

【0111】

次に、カメラ110によって補正マーカ106が撮影され(S111)、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報が、図10に示すように、画像情報表示部171に表示される(S112)。そして、結像位置指定部172によって、補正マーカ106の結像位置 P_n' が指定され、結像位置情報が抽出される(S113)。このとき、操作者は、加算キー178aおよび減算キー178bを操作して番号表示部177に表示される番号nを変更し、上方向キー175a、下方向キー175b、左方向キー175cおよび右方向キー175dを操作して画像情報表示部171に表示されるカーソル174の位置を移動させ、決定キー176を操作してカーソル174の位置を決定することにより、番号表示部177に表示された番号nに対応する補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定する。

【0112】

次に、補正量算出部180が、結像位置情報抽出部170によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する(S114)。

【0113】

そして、光学系位置情報補正部190が、補正量算出部180によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S115)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS101からS115を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

【0114】

以上説明したように、本実施の形態においては、車両108などに設置されたカメラ110の光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0115】

また、本実施の形態においては、簡単な補正マーカ106を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0116】

また、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を指定することができ、補正マーカ106の結像位置情報を確実に抽出することができる。

(第2の実施の形態)

【0117】

図14から図16は、本発明に係るカメラ補正装置の第2の実施の形態を示す図である。

【0118】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。なお、第1の実施の形態に係るカメラ補正装置の構成とほぼ同様な構成については、第1の実施の形態において使用した符号と同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

【0119】

図14において、カメラ補正装置200は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部260を備えている。

【0120】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

【0121】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の結像位置

情報を抽出する結像位置情報抽出部270と、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部280と、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部290とを有している。

【0122】

結像位置情報抽出部270は、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測範囲274を示す予測範囲情報（図15参照）を保持する予測範囲情報保持部271と、予測範囲情報保持部271に保持された予測範囲情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から補正マーカ106の結像位置 P_n' を検索し、結像位置情報を抽出する結像位置検索部272とを有している。

【0123】

補正量算出部280は、第1の実施の形態における補正量算出部180と同様の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0124】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0125】

図16において、カメラ補正装置200は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0126】

まず、カメラ110が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系101に対して所定の位置に配置される（S201）。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115、第2の筐体位置情報保持部116、校正マーカ位置情報保持部125および補正マーカ位置情報保持部126にそれぞれ保持される（S

202)。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0127】

次に、カメラ110によって校正マーカ105が撮影され(S203)、第1の光学系位置情報生成部117が、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部125に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する(S204)。そして、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部118に保持される(S205)。

【0128】

次に、第2の光学系位置情報生成部120が、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する(S206)。そして、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部130に保持される(S207)。

【0129】

次に、予測位置情報生成部140が、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部126に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する(S208)。そして、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部150に保持される(S209)。

【0130】

次に、カメラ110および記録媒体193が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ110が、第2の作業場所において車両108に設置され、第2の座標系102に対して所定の位置に配置される(S210)

)。

【0131】

次に、カメラ110によって補正マーカ106が撮影され(S211)、結像位置検索部272が、図15に示すように、補正マーカ106の予測位置 P_n を中心として予測範囲274の内側に存在する結像位置 P_n' を検索し、画像情報から結像位置情報を抽出する(S212)。

【0132】

次に、補正量算出部280が、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する(S213)。

【0133】

そして、光学系位置情報補正部290が、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S214)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS201からS214を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

【0134】

以上説明したように、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を検索することができ、補正マーカ106の結像位置情報を容易に抽出することができる。

(第3の実施の形態)

【0135】

図17から図28は、本発明に係るカメラ補正装置の第3の実施の形態を示す図である。

【0136】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0137】

図17から図19において、カメラ補正装置300は、撮像装置としてのカメ

ラ310に接続されるようになっている。カメラ310は、筐体311と筐体311に支持された光学系312とを有しており、光学系312を介して画像情報を取得するようになっている。

【0138】

カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部315と、第2の座標系302に対する筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部316と、第1の座標系301に対する校正マーカ305の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部325とを備えている。

【0139】

第1の座標系301は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系301には、 X_1 軸、 Y_1 軸、 Z_1 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ310の校正を行うための校正マーカ305が配置されている。校正マーカ305は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系301に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ305は、第1の作業場所に設置されたカメラ310の視野範囲を覆うように配置されている。

【0140】

第2の座標系302は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系302には、 X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸が設けられ、第2の座標系302の $X_2 Y_2$ 平面は、車両308が走行する路面302aを構成している。車両308のバンパー部309には、分割マーカ307が配置されている。分割マーカ307は、2個の点によって構成されており、それぞれの点は、車両308に設置されたカメラ310の視野範囲内に配置されている。また、分割マーカ307は、車両308に設置されたカメラ310の真下位置に設けられている。

【0141】

カメラ補正装置300は、第1の作業場所においてカメラ310の校正を行うようになっている。カメラ310は、第1の座標系301に対して所定の位置に

配置されており、このときの筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部315に保持されるようになっている。ここで、カメラ310の校正とは、カメラ310が第2の作業場所において車両308に設置されたときの光学系312の位置を算出する動作である。

【0142】

カメラ補正装置300によって校正されたカメラ310は、第2の作業場所において車両308に設置されるようになっている。カメラ310は、第2の座標系302に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部316に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合の筐体311の位置を示している。

【0143】

車両308のバンパー部309に配置された分割マーカ307は、第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置に対して一定の位置関係を保つように配置されている。したがって、車両308が路面302a上を走行した場合でも、分割マーカ307の位置と第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置との相対関係は一定である。

【0144】

また、カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する光学系312の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部317と、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部318とを備えている。

【0145】

第1の光学系位置情報生成部317は、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部325に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出するようになっている。ここで、光学系312の位置とは、光学系312の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いるこ

とができる。

【0146】

また、カメラ補正装置300は、第2の座標系302に対する光学系312の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部320と、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部330とを備えている。

【0147】

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

【0148】

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

【0149】

第2の作業場所において車両308に設置されたカメラ310には、図20に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系313が構成されている。カメラ座標系313には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系313の原点は、光学系312の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系313のx軸は、カメラ310の左右方向に設けられ、カメラ座標系313のy軸は、カメラ310の上下方向に設けられ、カメラ座標系313のz軸は、光学系312の光軸と一致するように設けられている。

【0150】

また、カメラ座標系313の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系314が構成されている。画像座標系314には、p軸、q軸が設けられている。路面302a上の点Pは、光学系312を介して画像座標系314の結像位置P'に結像するようになっている。カメラ310は、光学系3

12を介して画像座標系314に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

【0151】

また、カメラ補正装置300は、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部360を備えている。

【0152】

補正部360は、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成部361と、平面投影画像生成部361によって生成された平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割部362と、平面投影画像分割部362によって分割された複数の画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出部363と、動きベクトル抽出部363によって抽出された動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部364と、補正量算出部364によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部365とを有している。

【0153】

平面投影画像生成部361によって生成される平面投影画像は、図21に示すように、カメラ310によって取得された画像情報を路面302aに仮想的に投影し、この画像を仮想カメラ370から見ることによって取得される画像である。この仮想カメラ370には、路面302aに対して平行な画像座標系371が構成されており、この画像座標系371には、路面302aを単に縮小した画像としての平面投影画像が結像するようになっている。

【0154】

平面投影画像生成部361は、次の方法によって平面投影画像を生成するようになっている。

【0155】

図20において、カメラ座標系313のx軸と路面302aのなす角を α 、y軸と路面302aのなす角を β と表し、カメラ座標系313の原点からz軸の延長線と路面302aとの交点までの距離をcと表す。そして、式(6)のように a 、 b を定義すると、第2の座標系302の $X_2 Y_2$ 平面としての路面302aは、式(7)のように表される。

【数4】

$$\begin{cases} a = \sin \alpha \\ b = \sin \beta \end{cases} \quad (6)$$

$$z = ax + by + c \quad (7)$$

ここで、画像座標系314の結像位置P'の座標を(p, q)と表すと、画像座標系314からカメラ座標系313への変換は、式(8)のように表される。

【数5】

$$\begin{cases} x = \frac{cp}{f - ap - bq} \\ y = \frac{cq}{f - ap - bq} \\ z = \frac{cf}{f - ap - bq} \end{cases} \quad (8)$$

また、カメラ座標系313から第2の座標系302への変換は、式(9)のように表される。

【数6】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (9)$$

なお、式(9)において、平行移動ベクトルTは、カメラ座標系313の原点から第2の座標系302の原点までの方向および距離を表し、回転行列Rは、カメラ座標系313と第2の座標系302との回転方向のずれを表している。本実

施の形態においても第1の実施の形態と同様に、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用い、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系313のx軸、y軸、z軸まわりの回転角をそれぞれ θ 、 ϕ 、 ψ と表すと、式(9)における回転行列Rは、式(3)から式(5)によって表される。

【0156】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、平面投影画像生成部361は、図22(a)に示す画像情報から、図22(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。この平面投影画像は、路面302aに対して平行に設けられた仮想カメラ370から見ることによって取得される画像に相当しているので、路面302aに設けられた平行線373、374が、平面投影画像において平行になっている。

【0157】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図23(a)に示す画像情報から、図23(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0158】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図24(a)に示す画像情報から、図24(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0159】

また、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図25(a)に示す画像情報から、図25(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0160】

平面投影画像分割部362は、図22(b)、図23(b)、図24(b)お

および図25(b)に示すように、カメラ310によって取得された分割マーク307の画像情報に基づいて、平面投影画像を複数の画像領域に分割するようになっている。

【0161】

平面投影画像分割部362は、分割マーク307を通る基準線380および分割マーク307の中点381を基準にして、平面投影画像に分割線383、384を設けるようになっている。分割線383は、基準線380に直行し、中点381を通る位置に設けられている。また、分割線384は、基準線380に平行で、基準線380から一定の距離だけ離隔する位置に設けられている。

【0162】

筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、図25(b)に示すように、基準線380は、平面投影画像に対して傾いている。

【0163】

動きベクトル抽出部363は、図22(b)、図23(b)、図24(b)および図25(b)に示すように、平面投影画像分割部362によって分割された4つの画像領域386a、386b、386c、386dから動きベクトル388a、388b、388c、388dを抽出するようになっている。

【0164】

動きベクトル388aから388dは、車両308の走行、即ち、カメラ310の移動によって生じる画像領域386aから386dの部分的な画像の流れに基づいて算出されるもので、車両308が直進している場合に方向が等しくなる。以下、動きベクトル388aから388dは、車両308が直進しているときに取得される画像情報から抽出されるものとする。

【0165】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、図22(b)に示すように、動きベクトル388aから388dは、大きさが等しくなる。

【0166】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメ

ラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、図23（b）に示すように、画像上側の動きベクトル388a、388bが、画像下側の動きベクトル388c、388dよりも大きくなる。

【0167】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、図24（b）に示すように、画像右側の動きベクトル388b、388dが、画像左側の動きベクトル388a、388cよりも大きくなる。

【0168】

補正量算出部364は、次の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0169】

図22（c）、図23（c）および図24（c）において、まず、動きベクトル388aに大きさが等しいベクトル390aと、動きベクトル388bに大きさが等しいベクトル390bと、動きベクトル388cに大きさが等しいベクトル390cと、動きベクトル388dに大きさが等しいベクトル390dとを、合計ベクトル算出座標系391にそれぞれ配置する。

【0170】

ここで、ベクトル390aは、合計ベクトル算出座標系391の原点から左上45度方向に配置されている。また、ベクトル390bは、合計ベクトル算出座標系391の原点から右上45度方向に配置されている。また、ベクトル390cは、合計ベクトル算出座標系391の原点から左下45度方向に配置されている。また、ベクトル390dは、合計ベクトル算出座標系391の原点から右下45度方向に配置されている。

【0171】

次に、合計ベクトル算出座標系391において、ベクトル390aから390dの合計ベクトル392を算出する。

【0172】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、図22（c）

に示すように、ベクトル390aから390dの大きさが等しいので、合計ベクトル392は0になる。このとき、カメラ座標系313のx軸、y軸、z軸まわりの回転角θ、φ、ψの値は0である。

【0173】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、図23(c)に示すように、ベクトル390a、390bが、ベクトル390c、390dよりも大きいので、合計ベクトル392は上向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のx軸まわりの回転角θの値を算出する。

【0174】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、図24(c)に示すように、ベクトル390b、390dが、ベクトル390a、390cよりも大きいので、合計ベクトル392は右向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のy軸まわりの回転角φの値を算出する。

【0175】

一方、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、図25(b)に示す平面投影画像の画像座標系371に対する基準線380の傾きに基づいて、カメラ座標系313のz軸まわりの回転角ψの値を算出する。

【0176】

このように構成されたカメラ補正装置100は、図26に示すように、カメラ310を調整するためのコンピュータ391、カメラ310を制御する撮像制御装置としてのECU392などによって実現されている。

【0177】

コンピュータ391は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図26(a)に示すように、第1の作業場所におい

てカメラ310に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ391は、上述した第1の筐体位置情報保持部315、第2の筐体位置情報保持部316、第1の光学系位置情報生成部317、第1の光学系位置情報保持部318、第2の光学系位置情報生成部320、校正マーカ位置情報保持部325および第2の光学系位置情報保持部330を構成している。

【0178】

ECU392は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図26(c)に示すように、第2の作業場所においてカメラ310に接続され、車両308に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU392は、上述した第2の光学系位置情報保持部330および補正部360を構成している。

【0179】

第1の作業場所から第2の作業場所には、図26(b)に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体393が添付されたカメラ310が搬送されるようになっている。記録媒体393には、第2の光学系位置情報が記録されており、第2の光学系位置情報をコンピュータ391からECU392に移送するため用いられるようになっている。

【0180】

なお、本実施の形態では、第1の作業場所から第2の作業場所には、カメラ310および記録媒体393が搬送されるようになっているが、図27に示すように、カメラ310、第2の光学系位置情報保持部330および補正部360によって構成されたカメラユニット394が搬送されるように構成してもよい。

【0181】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0182】

図28において、カメラ補正装置300は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0183】

まず、カメラ310が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系301に対

して所定の位置に配置される（S301）。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報および校正マーカ位置情報が、第1の筐体位置情報保持部315、第2の筐体位置情報保持部316および校正マーカ位置情報保持部325にそれぞれ保持される（S302）。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報および校正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0184】

次に、カメラ310によって校正マーカ305が撮影され（S303）、第1の光学系位置情報生成部317が、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部325に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する（S304）。そして、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部318に保持される（S305）。

【0185】

次に、第2の光学系位置情報生成部320が、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する（S306）。そして、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部330に保持される（S307）。

【0186】

次に、カメラ310および記録媒体393が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ310が、第2の作業場所において車両308に設置され、第2の座標系302に対して所定の位置に配置される（S308）。

【0187】

次に、カメラ310によって路面302aが撮影され（S309）、平面投影画像生成部361が、図22（b）、図23（b）、図24（b）および図2.5

(b) に示すように、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報から平面投影画像を生成する (S310)。

【0188】

次に、平面投影画像分割部362が、図22(b)、図23(b)、図24(b)および図25(b)に示すように、平面投影画像生成部361によって生成された平面投影画像を画像領域386aから386dに分割する (S311)。

【0189】

次に、動きベクトル抽出部363が、図22(b)、図23(b)、図24(b)および図25(b)に示すように、平面投影画像分割部362によって分割された各画像領域から各動きベクトルを抽出する (S312)。

【0190】

次に、補正量算出部364が、図25(b)に示すように、平面投影画像の画像座標系371に対する基準線380の傾きに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報のz軸まわりの補正量を算出する (S313)。そして、補正量算出部364が、図22(c)、図23(c)および図24(c)に示すように、動きベクトル抽出部363によって抽出された各動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報のx軸、y軸まわりの補正量を算出する (S314)。

【0191】

そして、光学系位置情報補正部365が、補正量算出部364によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正して (S315)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS301からS315を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

【0192】

以上説明したように、本実施の形態においては、動きベクトル388aから388dを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0193】

また、本実施の形態においては、画像領域386aから386dにおける動き

ベクトル388aから388dを容易に抽出することができる。

【0194】

また、本実施の形態においては、分割マーカ307を利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

(第4の実施の形態)

【0195】

図29から図38は、本発明に係るカメラ補正装置の第4の実施の形態を示す図である。

【0196】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0197】

図29から図31において、カメラ補正装置400は、撮像装置としてのカメラ410に接続されるようになっている。カメラ410は、筐体411と筐体411に支持された光学系412とを有しており、光学系412を介して画像情報を取得するようになっている。

【0198】

カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部415と、第2の座標系402に対する筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部416と、第1の座標系401に対する校正マーカ405の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部425と、第2の座標系402に対する車両408の一部、例えば、車体の後部に設けられたバンパー部409の位置を示す車体位置情報を保持する車体位置情報保持部426とを備えている。

【0199】

第1の座標系401は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系401には、 X_1 軸、 Y_1 軸、 Z_1 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ410の校正を行うための校正マーカ405が配置されている。校正マーカ405は、3次元に配列された複数の点によって構成されて

おり、それぞれの点は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ405は、第1の作業場所に設置されたカメラ410の視野範囲を覆うように配置されている。

【0200】

第2の座標系402は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系402には、 X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸が設けられ、第2の座標系402の $X_2 Y_2$ 平面は、車両408が設置される路面402aを構成している。路面402aには、補正板406が配置されている。補正板406は、単一色であって、明度、色度、彩度が車両408の色と異なる色に塗装されており、車両408の下に敷設されている。

【0201】

カメラ補正装置400は、第1の作業場所においてカメラ410の校正を行うようになっている。カメラ410は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部415に保持されるようになっている。ここで、カメラ410の校正とは、カメラ410が第2の作業場所において車両408に設置されたときの光学系412の位置を算出する動作である。

【0202】

カメラ補正装置400によって校正されたカメラ410は、第2の作業場所において車両408に設置されるようになっている。カメラ410は、第2の座標系402に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部416に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体411が車両408に対して正確な位置に設置された場合の筐体411の位置を示している。

【0203】

また、カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する光学系412の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部417と、第1の光学系位置情報生成部417によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部418とを備えている。

【0204】

第1の光学系位置情報生成部417は、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部425に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出するようになっている。ここで、光学系412の位置とは、光学系412の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

【0205】

また、カメラ補正装置400は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部420と、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部430とを備えている。

【0206】

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

【0207】

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

【0208】

第2の作業場所において車両408に設置されたカメラ410には、図32に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系413が構成されている。カメラ座標系413には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系413の原点は、光学系412の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系413のx軸は、カメラ410の左右方向に設けられ、カメラ座標系41

3のy軸は、カメラ410の上下方向に設けられ、カメラ座標系413のz軸は、光学系412の光軸と一致するように設けられている。

【0209】

また、カメラ座標系413の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系414が構成されている。画像座標系414には、p軸、q軸が設けられている。路面402a上の点Pは、光学系412を介して画像座標系414の結像位置P'に結像するようになっている。カメラ410は、光学系412を介して画像座標系414に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

【0210】

また、カメラ補正装置400は、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部440と、予測位置情報生成部440によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部450とを備えている。

【0211】

予測位置情報生成部440は、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部426に保持された車体位置情報から、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置を算出するようになっている。カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置を算出する方法としては、上記の文献1に記載された方法を用いることができる。

【0212】

第2の座標系102に設置された車両408のバンパー部409は、図33に示すように、光学系412を介して画像座標系414の結像位置P'に結像するようになっている。ここで、結像位置P'は、筐体411が車両408に対して正確な位置、即ち、第2の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部440によって算出された予測位置Pと一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体411が車両408に対して不正確な位置に設置され、第2の光学系位置情報に

誤差が生じることにより、画像座標系414における結像位置P'は、予測位置Pから離隔している。

【0213】

このような第2の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置400は、第2の光学系位置情報保持部430に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部460を備えている。

【0214】

補正部460は、カメラ410によって取得されたバンパー部409の画像情報および予測位置情報保持部450に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部430に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

【0215】

補正部460は、カメラ410によって取得されたバンパー部409の画像情報から、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部470と、結像位置情報抽出部470によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部450に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部430に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部480と、補正量算出部480によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部430に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部490とを有している。

【0216】

補正量算出部480は、結像位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線と予測位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線とを重ね合わせるマッチング部481と、マッチング部481によって重ね合わされたバンパー部409の輪郭線から複数の点、例えば、両端の点を抽出する抽出部482と、結像位置情報に含まれる点と予測位置情報に含まれる点とを比較することにより第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算部483とを有している。

【0217】

マッチング部481は、予測位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線P（図34（a）参照）に対して、結像位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線P'（図34（b）参照）を、移動させたり回転させたりすることにより、重ね合わせるようになっている（図34（c）参照）。

【0218】

抽出部482は、図35（a）に示すように、マッチング部481によって重ね合わされたバンパー部409の輪郭線P、P'から、輪郭線P、P'が重なった部分の両端の点（P₁、P₂）、（P'₁、P'₂）を抽出するようになっている。

【0219】

演算部483は、予測位置情報に含まれる点（P₁、P₂）（図35（b）参照）と、結像位置情報に含まれる点（P'₁、P'₂）（図35（c）参照）とを比較することにより、第1の実施の形態における補正量算出部180と同様の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0220】

このように構成されたカメラ補正装置400は、図36に示すように、カメラ410を調整するためのコンピュータ491、カメラ410を制御する撮像制御装置としてのECU492などによって実現されている。

【0221】

コンピュータ491は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、図36（a）に示すように、第1の作業場所においてカメラ410に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ491は、上述した第1の筐体位置情報保持部415、第2の筐体位置情報保持部416、第1の光学系位置情報生成部417、第1の光学系位置情報保持部418、第2の光学系位置情報生成部420、校正マーカ位置情報保持部425、車体位置情報保持部426、第2の光学系位置情報保持部430、予測位置情報生成部440および予測位置情報保持部450を構成している。

【0222】

ECU492は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによ

って構成されており、図36(c)に示すように、第2の作業場所においてカメラ410に接続され、車両408に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU492は、上述した第2の光学系位置情報保持部430、予測位置情報保持部450および補正部460を構成している。

【0223】

第1の作業場所から第2の作業場所には、図36(b)に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体493が添付されたカメラ410が搬送されるようになっている。記録媒体493には、第2の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第2の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ491からECU492に移送するために用いられるようになっている。

【0224】

なお、本実施の形態では、第1の作業場所から第2の作業場所には、カメラ410および記録媒体493が搬送されるようになっているが、図37に示すように、カメラ410、第2の光学系位置情報保持部430、予測位置情報保持部450および補正部460によって構成されたカメラユニット494が搬送されるように構成してもよい。

【0225】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0226】

図38において、カメラ補正装置400は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0227】

まず、カメラ410が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系401に対して所定の位置に配置される(S401)。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部415、第2の筐体位置情報保持部416、校正マーカ位置情報保持部425および車体位置情報保持部426にそれぞれ保持される(S402)。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置な

どを基にして取得される。

【0228】

次に、カメラ410によって校正マーカ405が撮影され（S403）、第1の光学系位置情報生成部417が、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部425に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する（S404）。そして、第1の光学系位置情報生成部417によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部418に保持される（S405）。

【0229】

次に、第2の光学系位置情報生成部420が、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する（S406）。そして、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部430に保持される（S407）。

【0230】

次に、予測位置情報生成部440が、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部426に保持された車体位置情報から、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置情報を生成する（S408）。そして、予測位置情報生成部440によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部450に保持される（S409）。

【0231】

次に、カメラ410および記録媒体493が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ410が、第2の作業場所において車両408に設置され、第2の座標系402に対して所定の位置に配置される（S410）。

【0232】

次に、カメラ410によって補正板406を背景にしてバンパー部409が撮影され(S411)、結像位置情報抽出部470が、図33に示すように、カメラ410によって取得されたバンパー部409の画像情報から、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の結像位置情報を抽出する(S412)。

【0233】

次に、マッチング部481が、図34に示すように、予測位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線Pに対して、結像位置情報に含まれるバンパー部409の輪郭線P'を重ね合わせる(S413)。

【0234】

次に、図35に示すように、抽出部482が、バンパー部409の輪郭線P、P'から、輪郭線P、P'が重なった部分の両端の点(P₁、P₂)、(P_{1'}、P_{2'})を抽出する(S414)。そして、演算部483が、予測位置情報に含まれる点(P₁、P₂)と、結像位置情報に含まれる点(P_{1'}、P_{2'})とを比較することにより、第2の光学系位置情報の補正量を算出する(S415)。

【0235】

そして、光学系位置情報補正部490が、補正量算出部480によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部430に保持された第2の光学系位置情報を補正して(S416)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップS401からS416を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

【0236】

以上説明したように、本実施の形態においては、車両408などに設置されたカメラ410の光学系412のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

【0237】

また、本実施の形態においては、バンパー部409を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0238】

また、本実施の形態においては、バンパー部409の輪郭線から点を抽出することができ、第2の光学系位置情報の補正量を確実に算出することができる。

【0239】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図2】

図1に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図3】

図1に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【図4】

図1に示されたカメラの座標系を示す斜視図

【図5】

図1に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図6】

図1に示されたカメラの平行移動を示す斜視図

【図7】

図1に示されたカメラの回転動作を示す斜視図

【図8】

図1に示されたカメラの平行移動を示す側面図

【図9】

図1に示されたカメラの回転動作を示す側面図

【図10】

図1に示されたカメラ補正装置の結像位置情報抽出部を示すブロック図

【図11】

図1に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図12】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

【図13】

図1に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図14】

本発明の第2の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図15】

図14に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図16】

図14に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図17】

本発明の第3の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図18】

図17に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図19】

図17に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【図20】

図17に示されたカメラの座標系を示す斜視図

【図21】

図17に示されたカメラ補正装置の仮想カメラを示す側面図

【図22】

図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図23】

図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図24】

図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図25】

図17に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図26】

図17に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図27】

図17に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

【図28】

図17に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図29】

本発明の第4の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図30】

図29に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図31】

図29に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【図32】

図29に示されたカメラの座標系を示す斜視図

【図33】

図29に示されたカメラの画像座標系を示す平面図

【図34】

図29に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図35】

図29に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図36】

図29に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図

【図37】

図29に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図

【図38】

図29に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャート

【図39】

従来のカメラ校正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図

【図40】

図39に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図

【図41】

図39に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図

【符号の説明】

100 カメラ補正装置

101 第1の座標系

102 第2の座標系

105 校正マーカ

106 補正マーカ

110 カメラ（撮像装置）

111 筐体

112 光学系

115 第1の筐体位置情報保持部（第1の筐体位置情報保持手段）

116 第2の筐体位置情報保持部（第2の筐体位置情報保持手段）

117 第1の光学系位置情報生成部（第1の光学系位置情報生成手段）

118 第1の光学系位置情報保持部（第1の光学系位置情報保持手段）

120 第2の光学系位置情報生成部（第2の光学系位置情報生成手段）

130 第2の光学系位置情報保持部（第2の光学系位置情報保持手段）

140 予測位置情報生成部（予測位置情報生成手段）

150 予測位置情報保持部（予測位置情報保持手段）

160 補正部（補正手段）

170 結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）

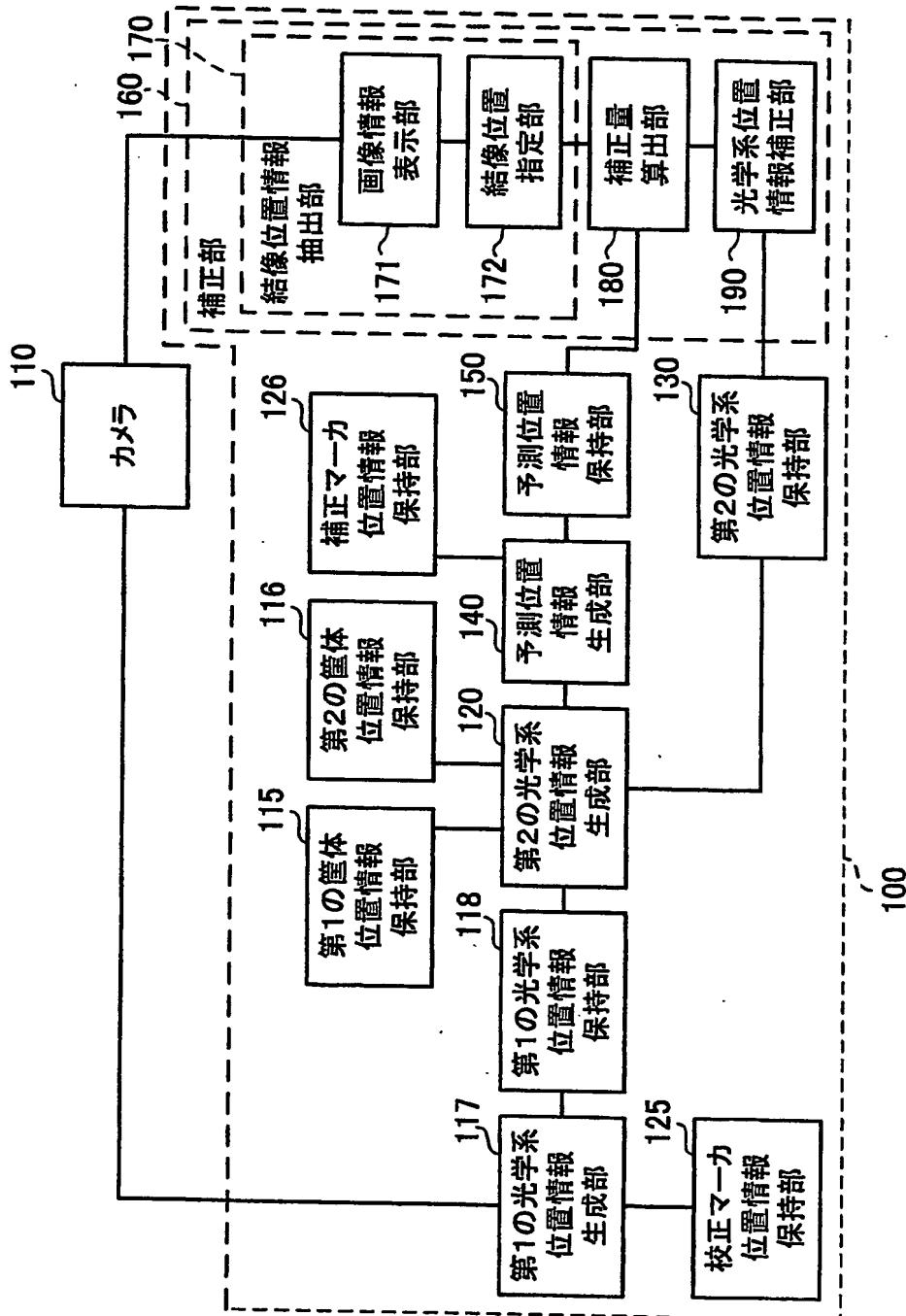
171 画像情報表示部（画像情報表示手段）

172 結像位置指定部（結像位置指定手段）
180 補正量算出部（補正量算出手段）
190 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
200 カメラ補正装置
260 補正部（補正手段）
270 結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）
271 予測範囲情報保持部（予測範囲情報保持手段）
272 結像位置検索部（結像位置検索手段）
280 補正量算出部（補正量算出手段）
290 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
300 カメラ補正装置
301 第1の座標系
302 第2の座標系
305 校正マーカ
307 分割マーカ
310 カメラ（撮像装置）
311 僚体
312 光学系
315 第1の僚体位置情報保持部（第1の僚体位置情報保持手段）
316 第2の僚体位置情報保持部（第2の僚体位置情報保持手段）
317 第1の光学系位置情報生成部（第1の光学系位置情報生成手段）
318 第1の光学系位置情報保持部（第1の光学系位置情報保持手段）
320 第2の光学系位置情報生成部（第2の光学系位置情報生成手段）
330 第2の光学系位置情報保持部（第2の光学系位置情報保持手段）
360 補正部（補正手段）
361 平面投影画像生成部（平面投影画像生成手段）
362 平面投影画像分割部（平面投影画像分割手段）
363 動きベクトル抽出部（動きベクトル抽出手段）
364 補正量算出部（補正量算出手段）

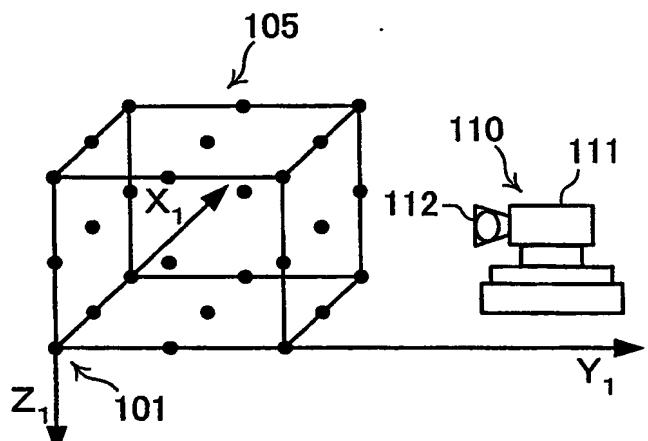
- 365 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
- 386a、386b、386c、386d 画像領域
- 388a、388b、388c、388d 動きベクトル
- 400 カメラ補正装置
- 401 第1の座標系
- 402 第2の座標系
- 405 校正マーカ
- 406 補正板
- 408 車両
- 410 カメラ（撮像装置）
- 411 筐体
- 412 光学系
- 415 第1の筐体位置情報保持部（第1の筐体位置情報保持手段）
- 416 第2の筐体位置情報保持部（第2の筐体位置情報保持手段）
- 417 第1の光学系位置情報生成部（第1の光学系位置情報生成手段）
- 418 第1の光学系位置情報保持部（第1の光学系位置情報保持手段）
- 420 第2の光学系位置情報生成部（第2の光学系位置情報生成手段）
- 430 第2の光学系位置情報保持部（第2の光学系位置情報保持手段）
- 440 予測位置情報生成部（予測位置情報生成手段）
- 450 予測位置情報保持部（予測位置情報保持手段）
- 460 補正部（補正手段）
- 470 結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）
- 480 補正量算出部（補正量算出手段）
- 481 マッチング部（マッチング手段）
- 482 抽出部（抽出手段）
- 483 演算部（演算手段）
- 490 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）

【書類名】 図面

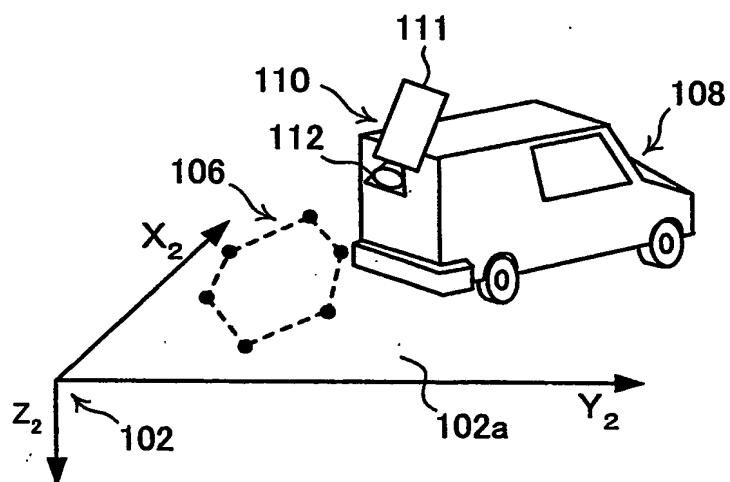
【図1】



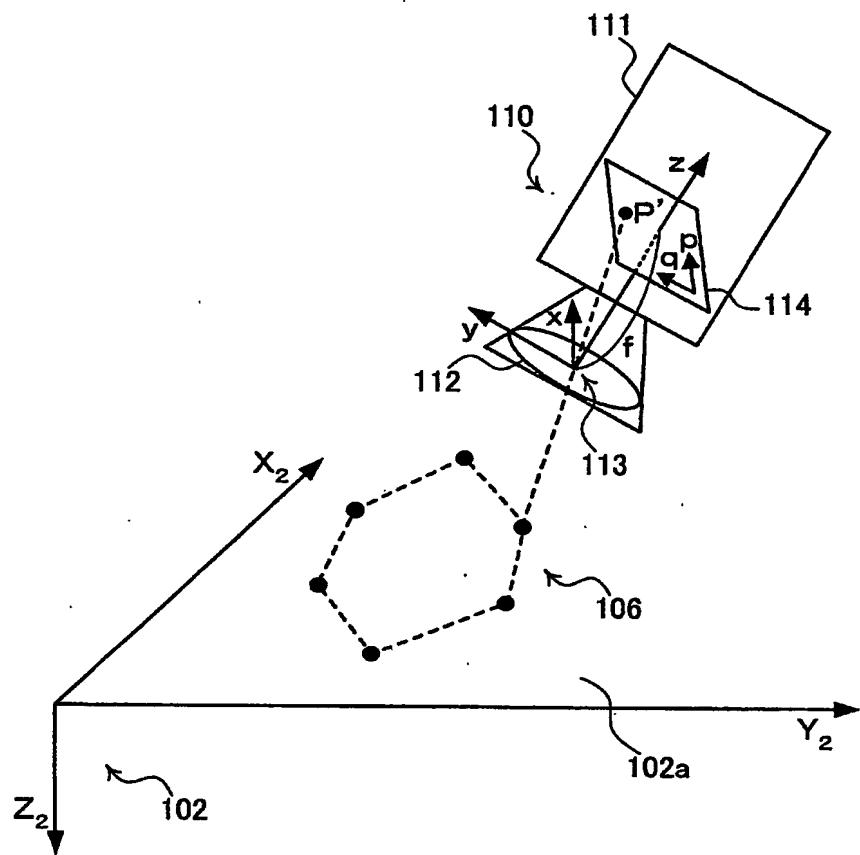
【図2】



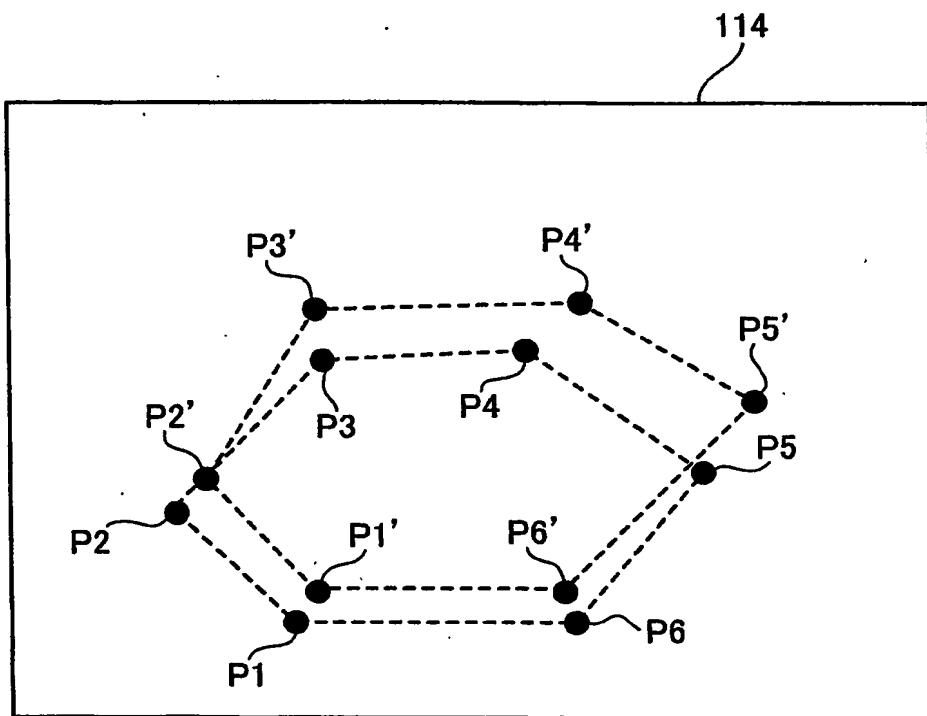
【図3】



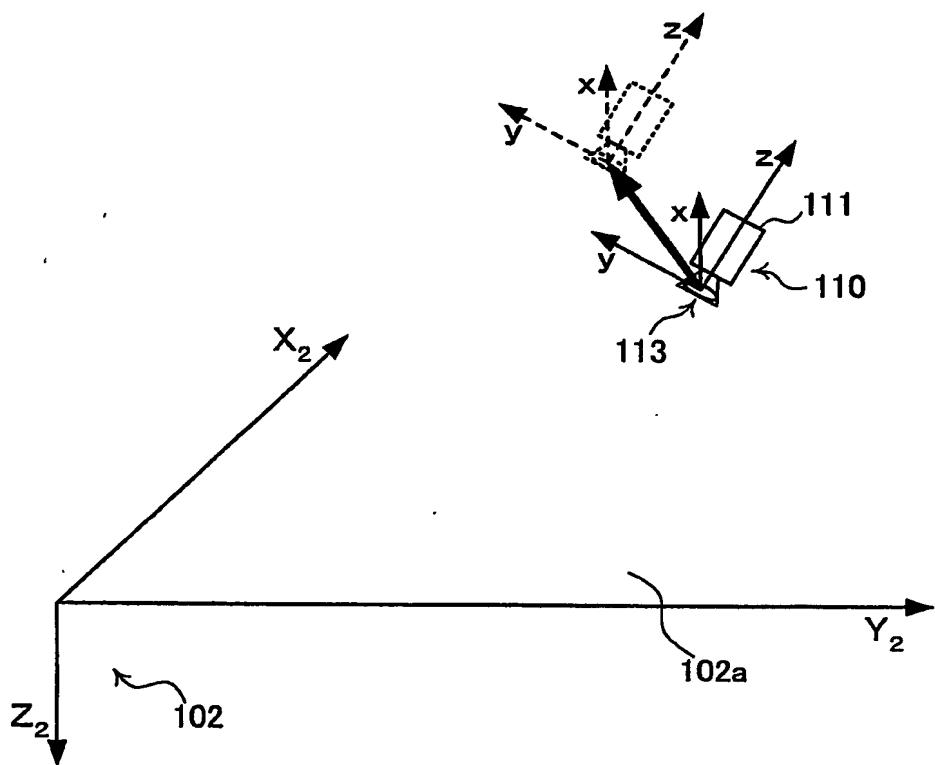
【図4】



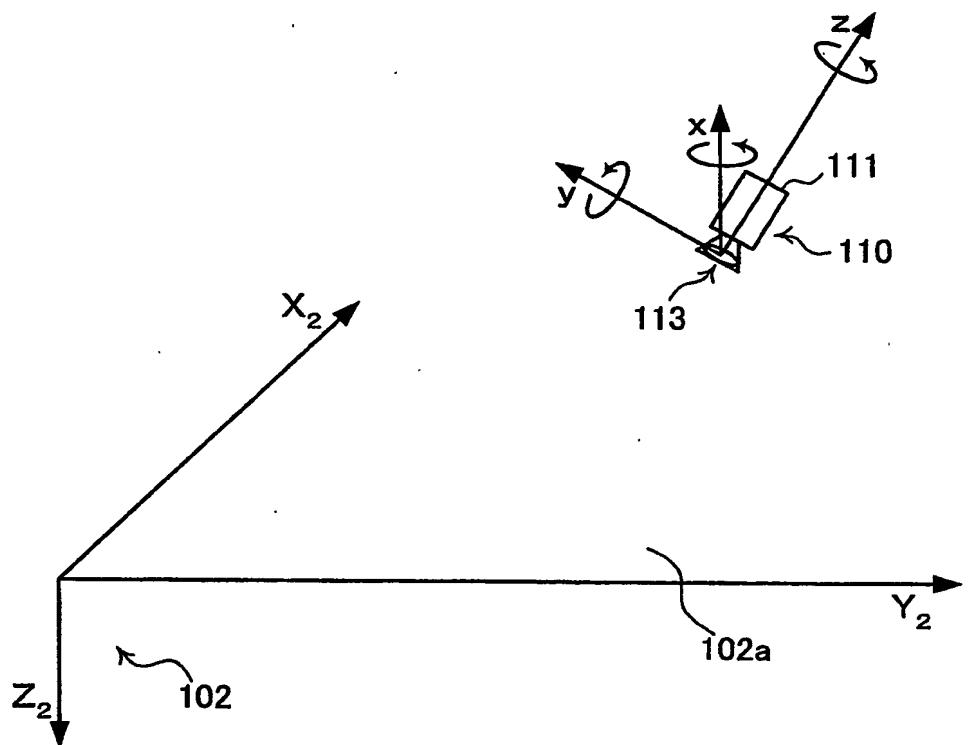
【図5】



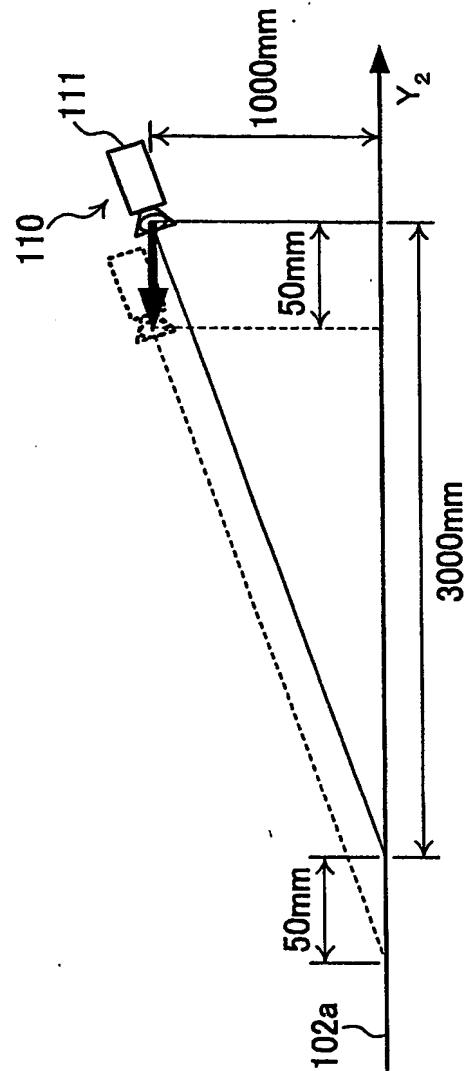
【図6】



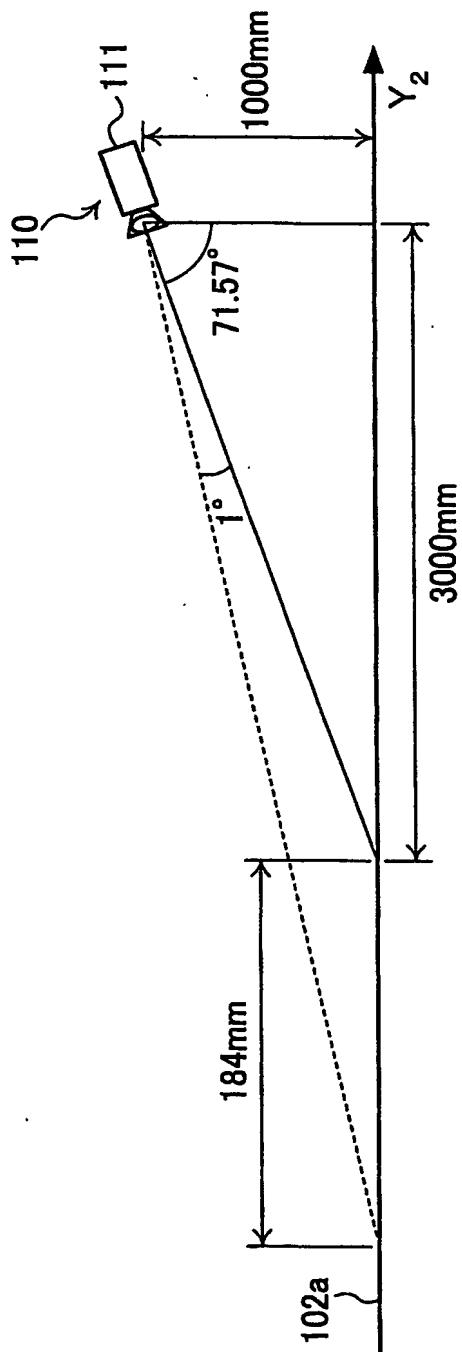
【図7】



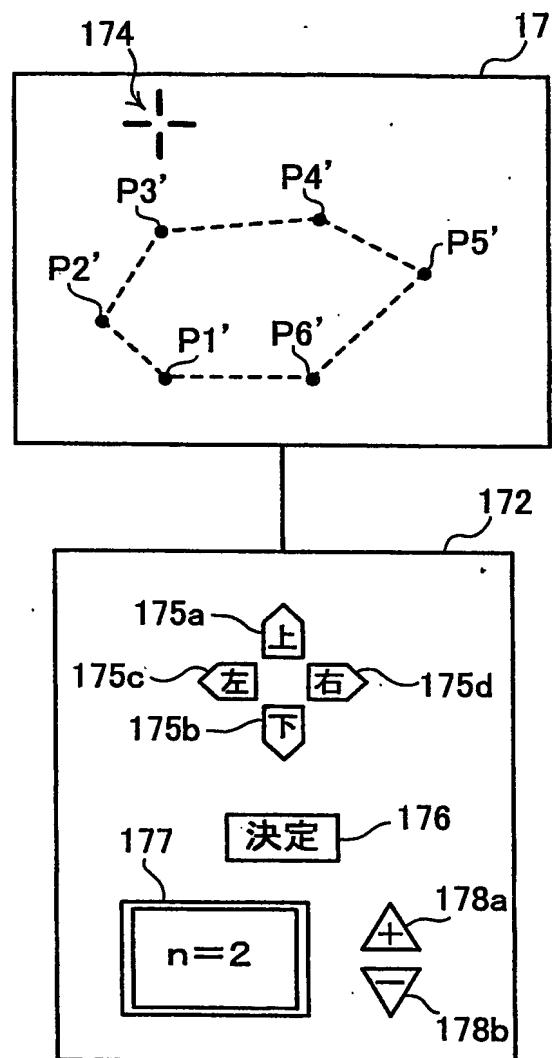
【図8】



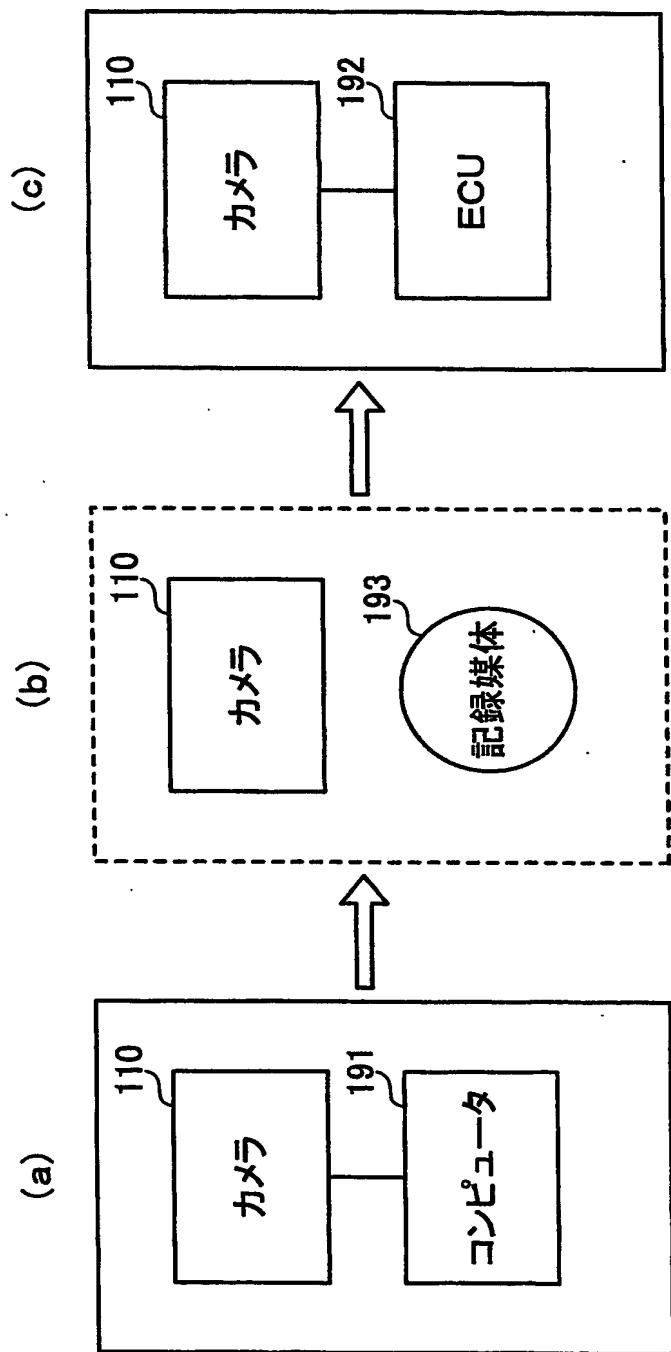
【図9】



【図10】

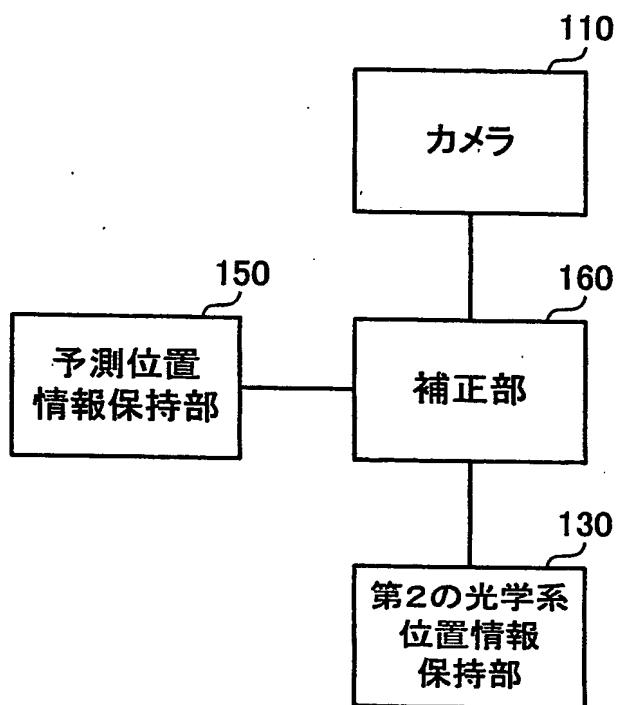


【図11】

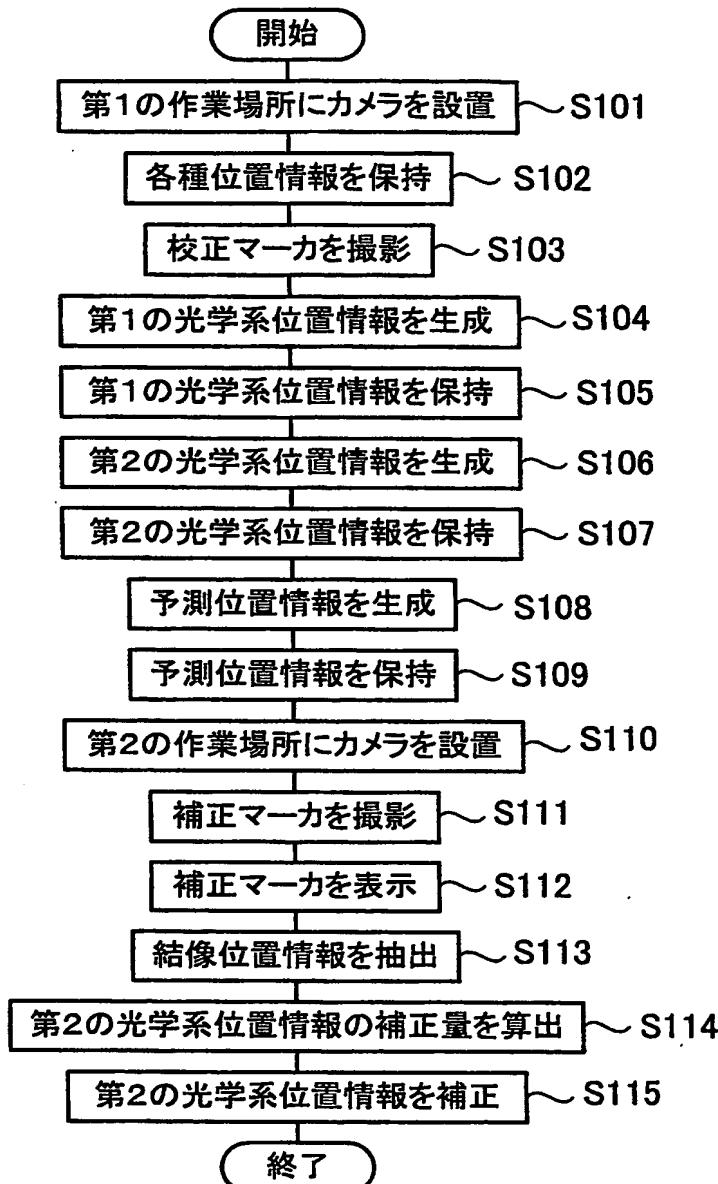


【図12】

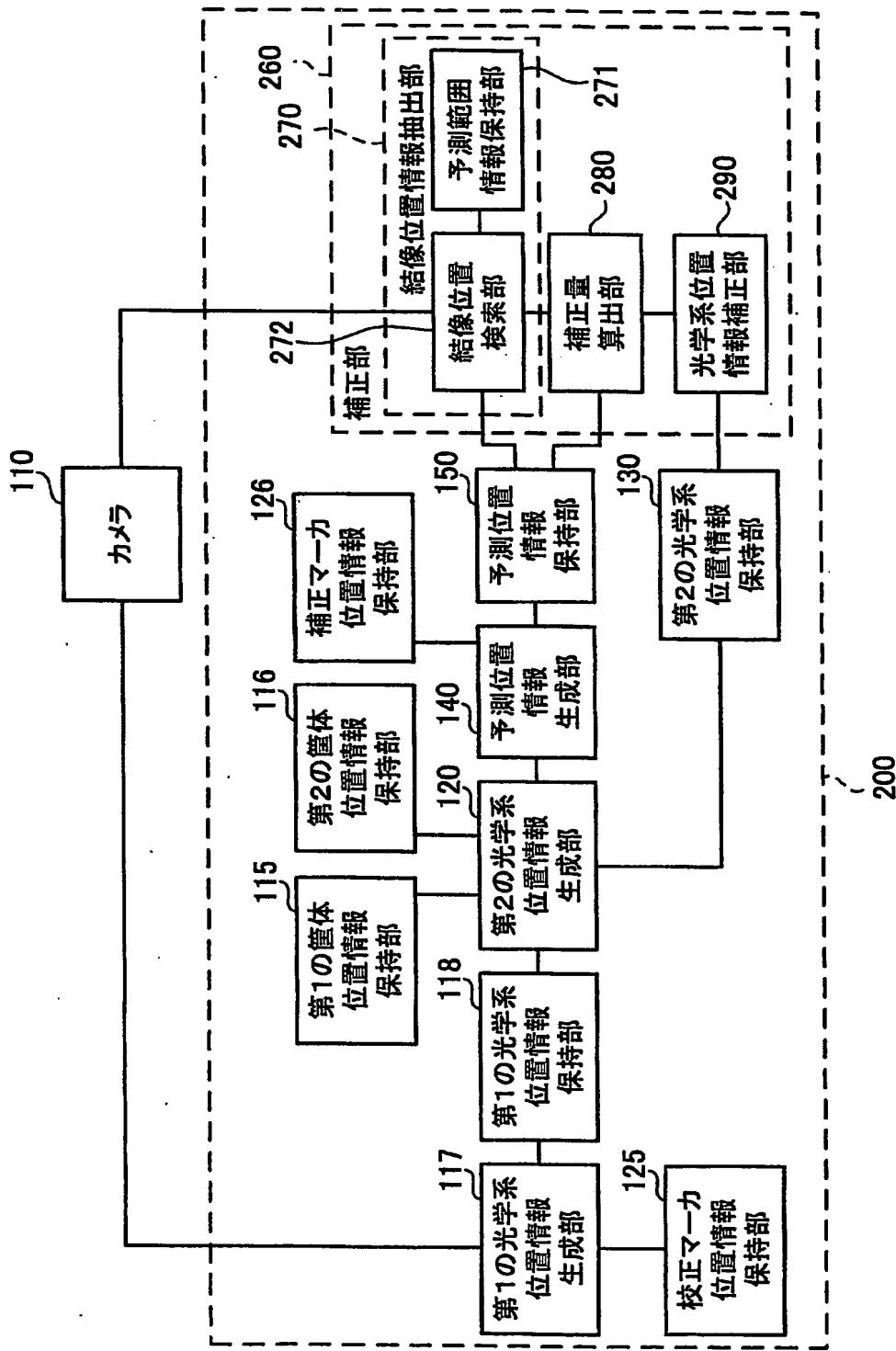
194



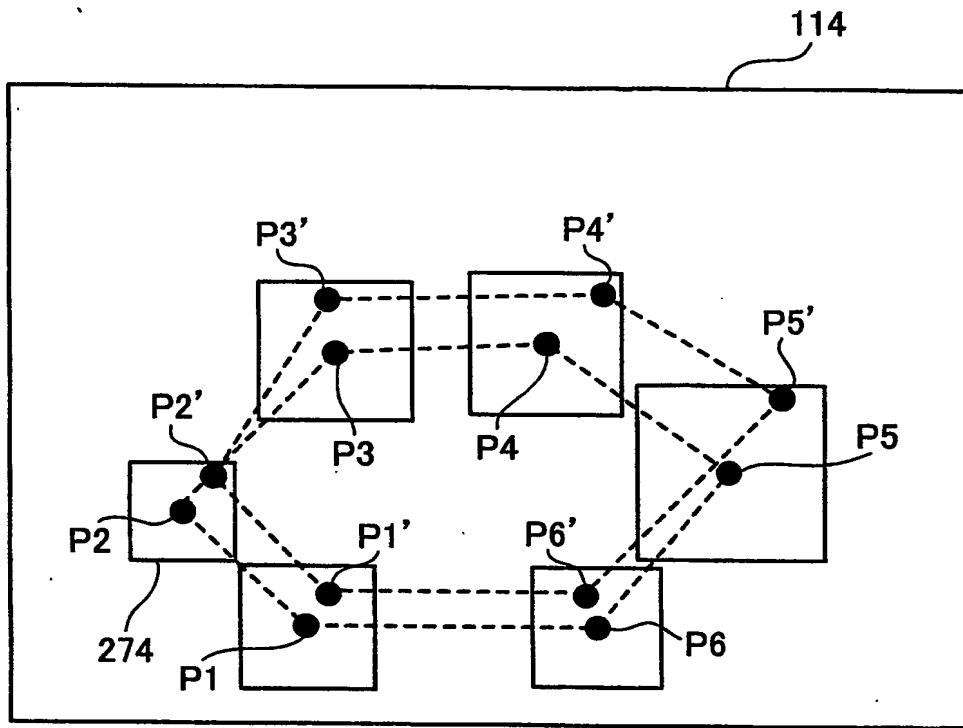
【図13】



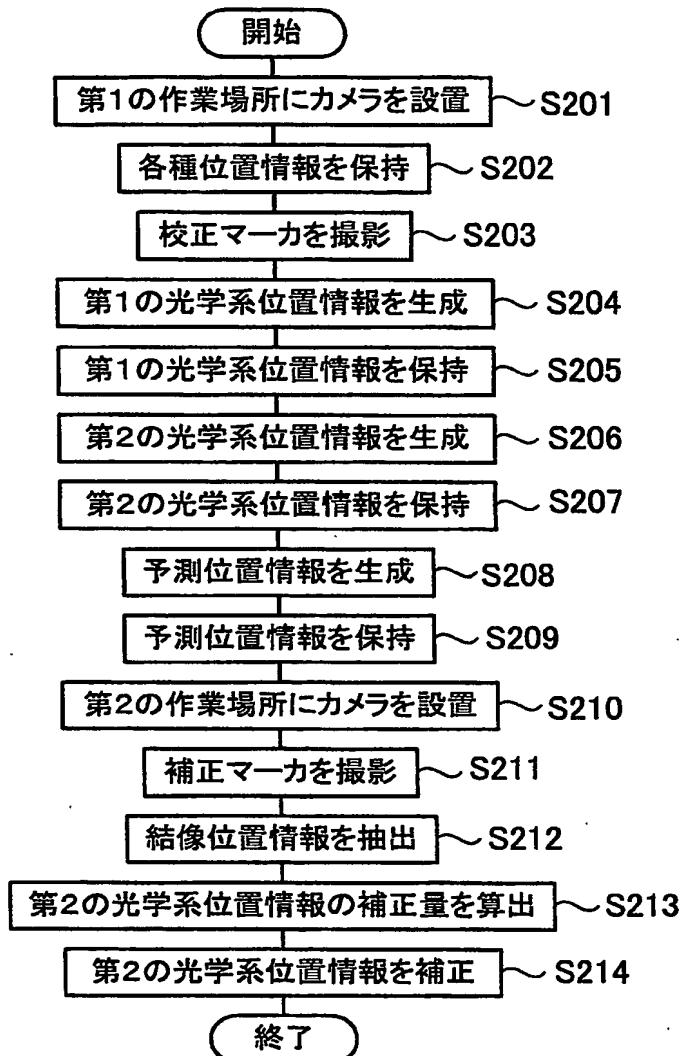
【図14】



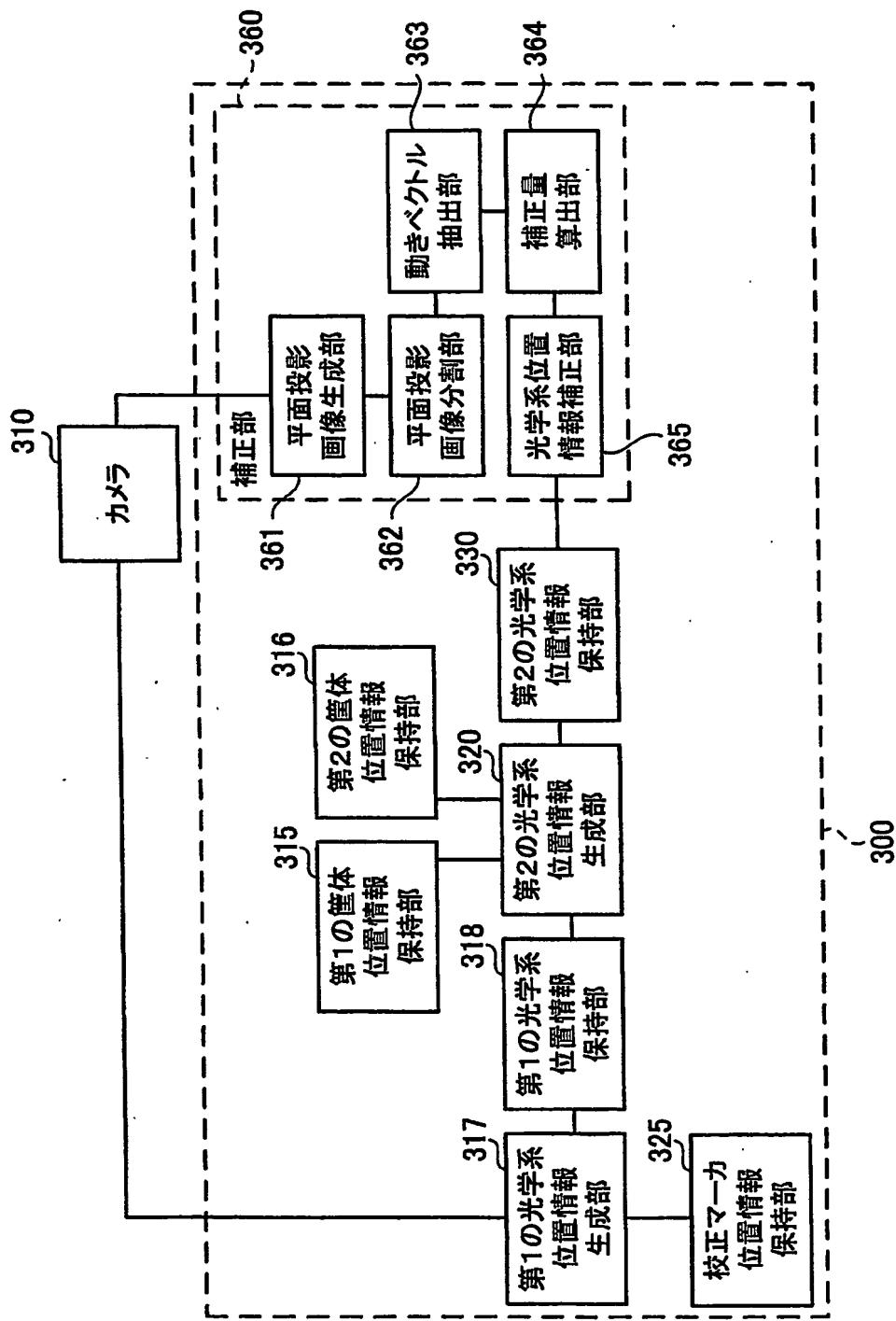
【図15】



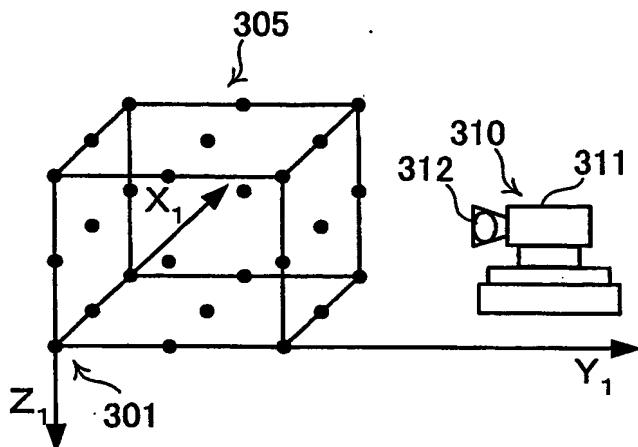
【図16】



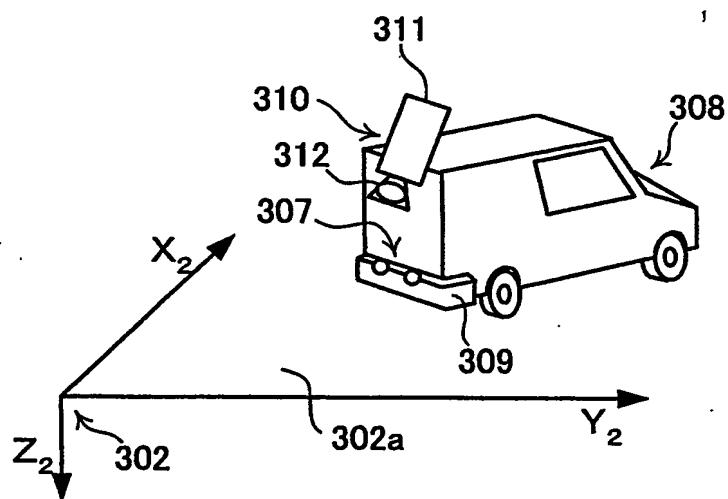
【図17】



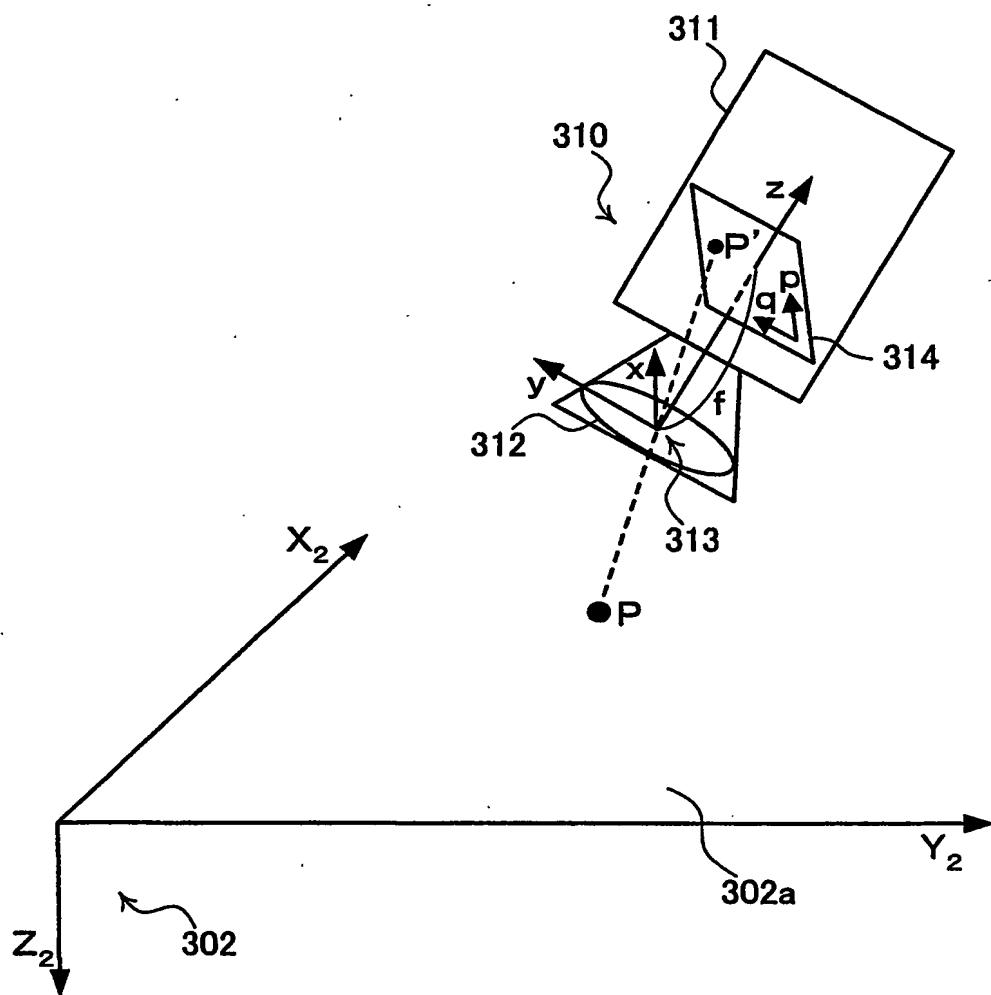
【図18】



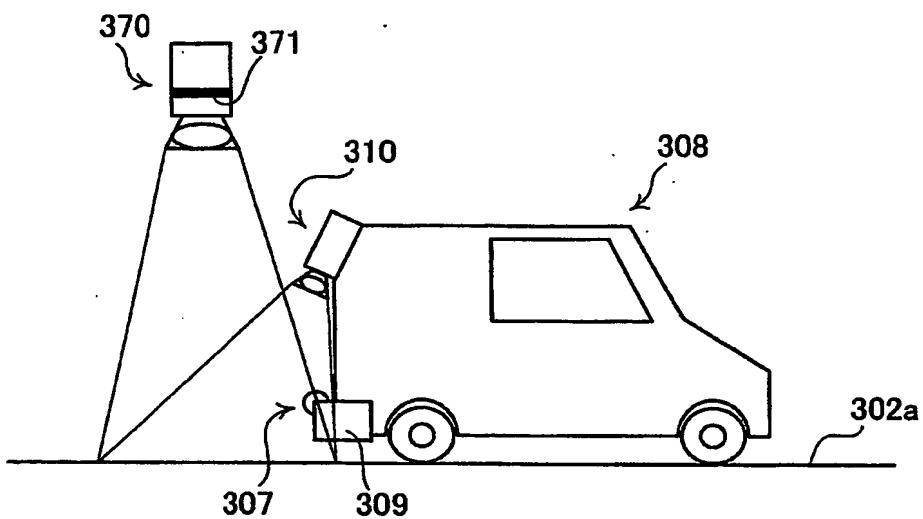
【図19】



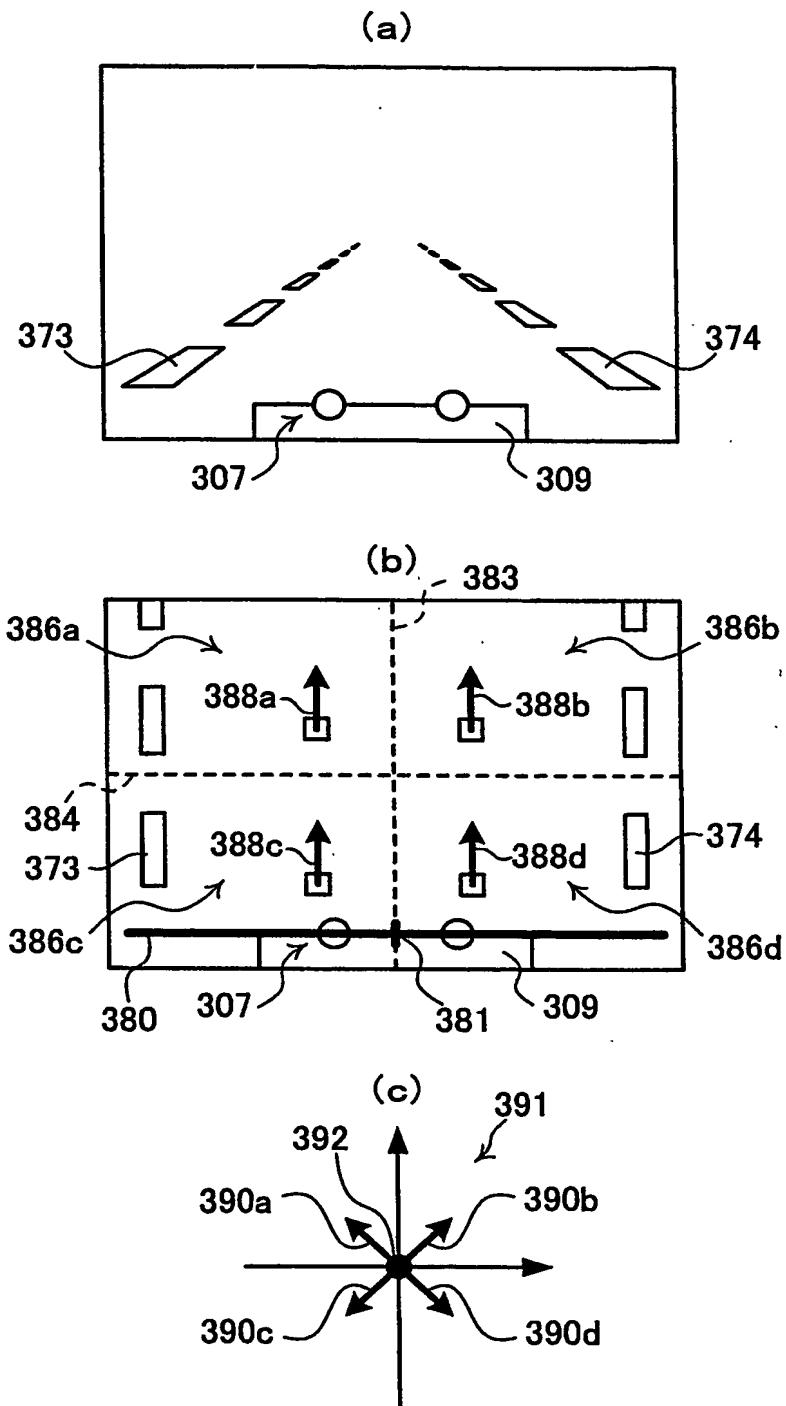
【図20】



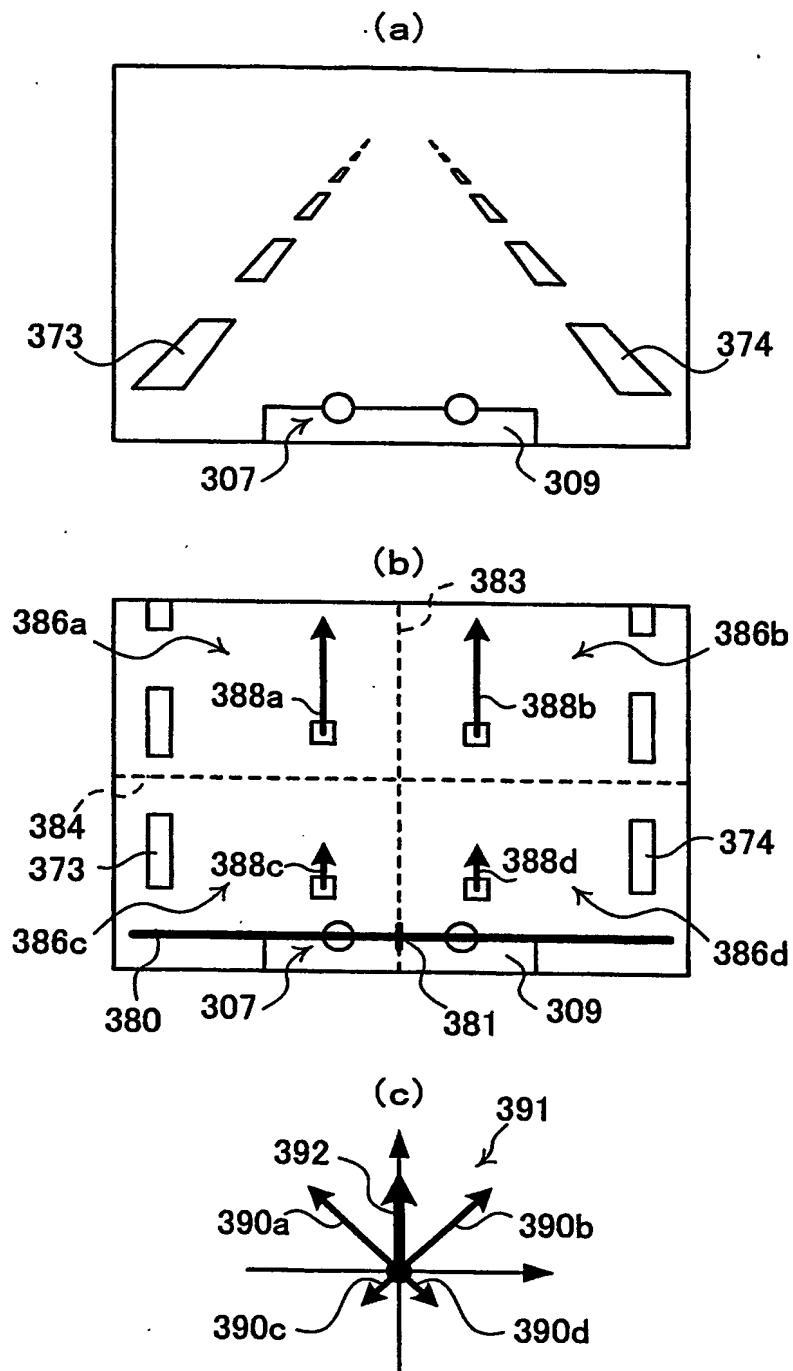
【図21】



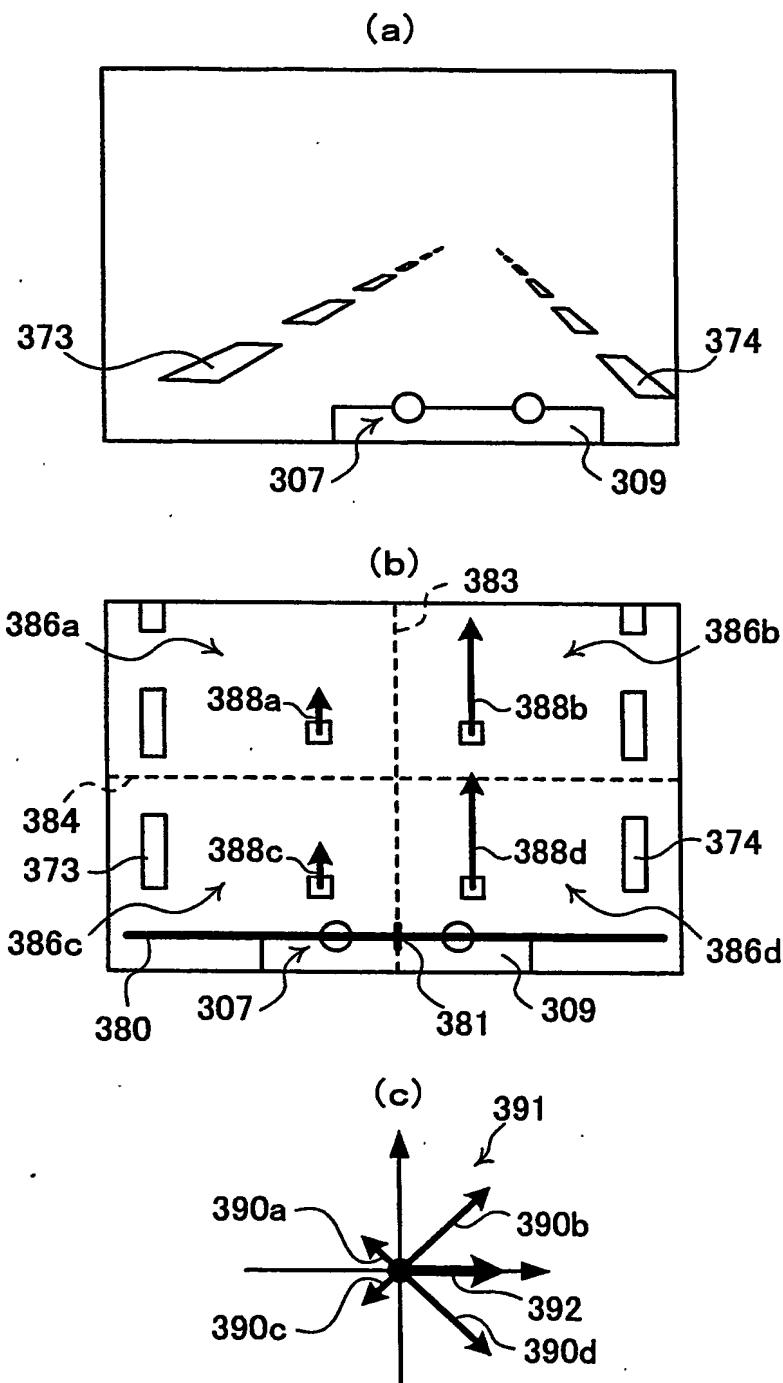
【図22】



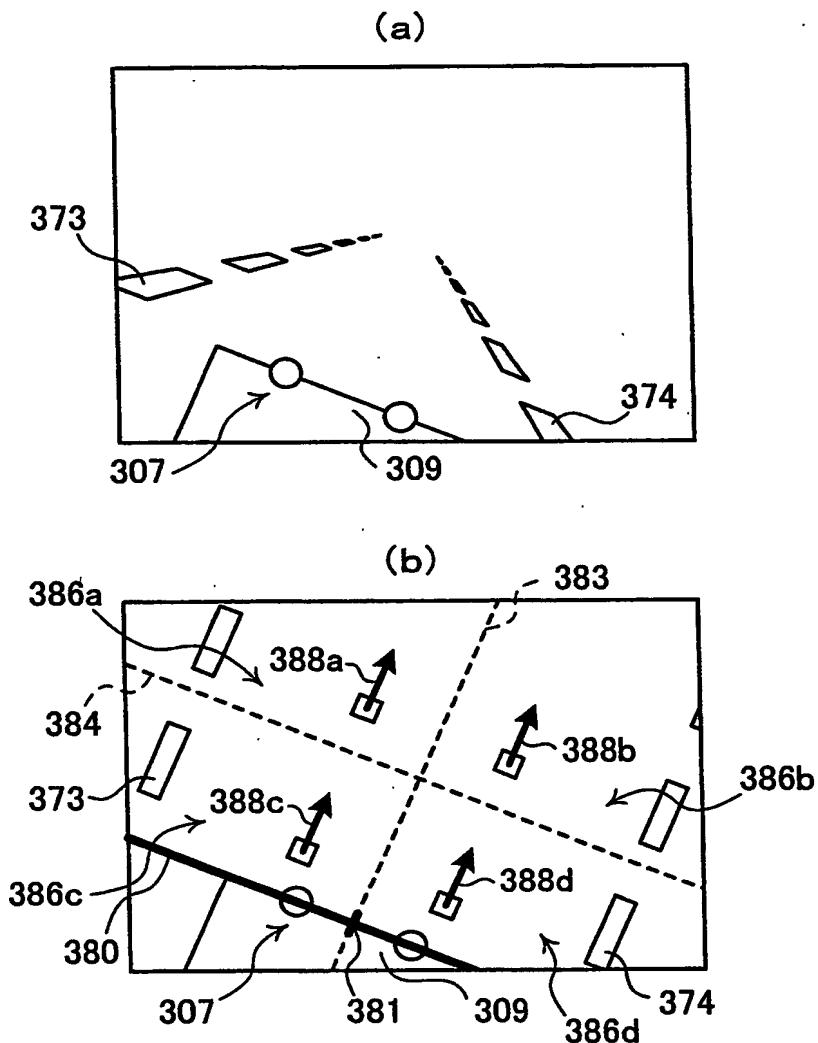
【図23】



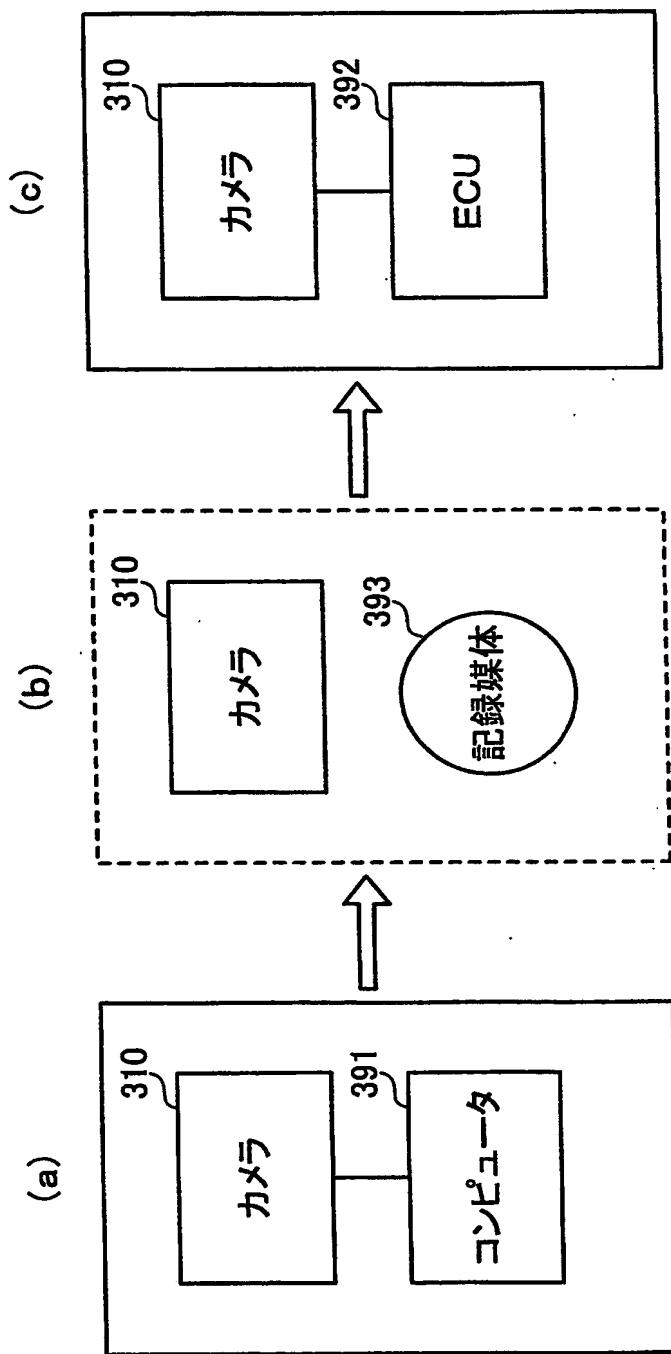
【図24】



【図25】

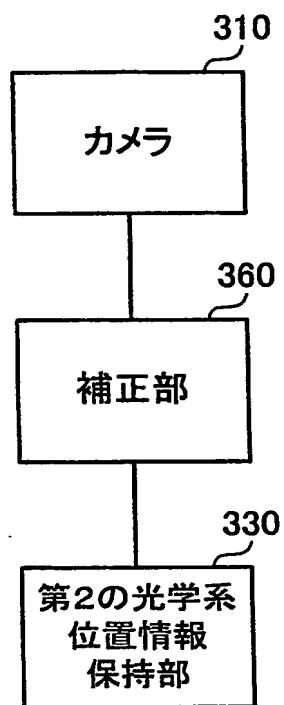


【図26】

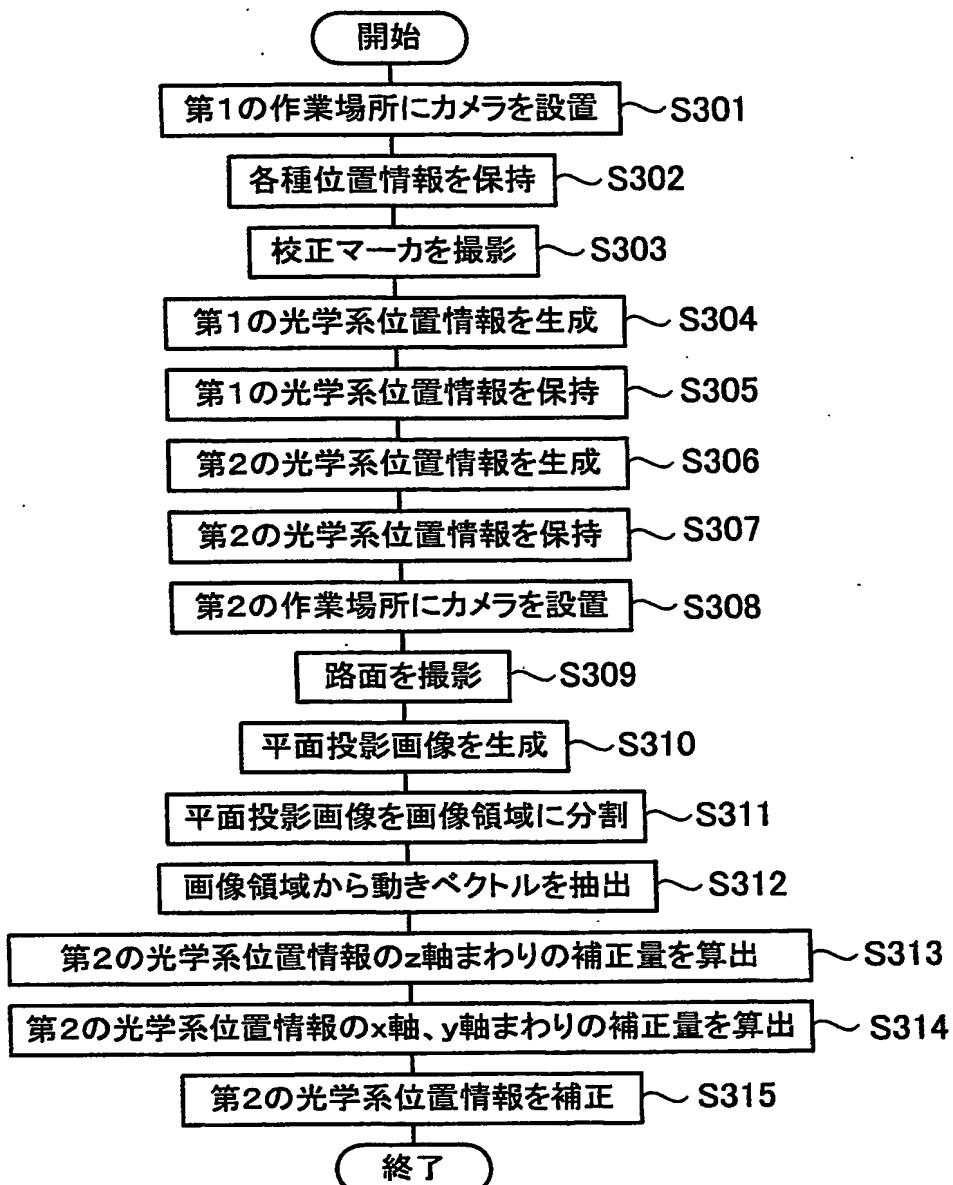


【図27】

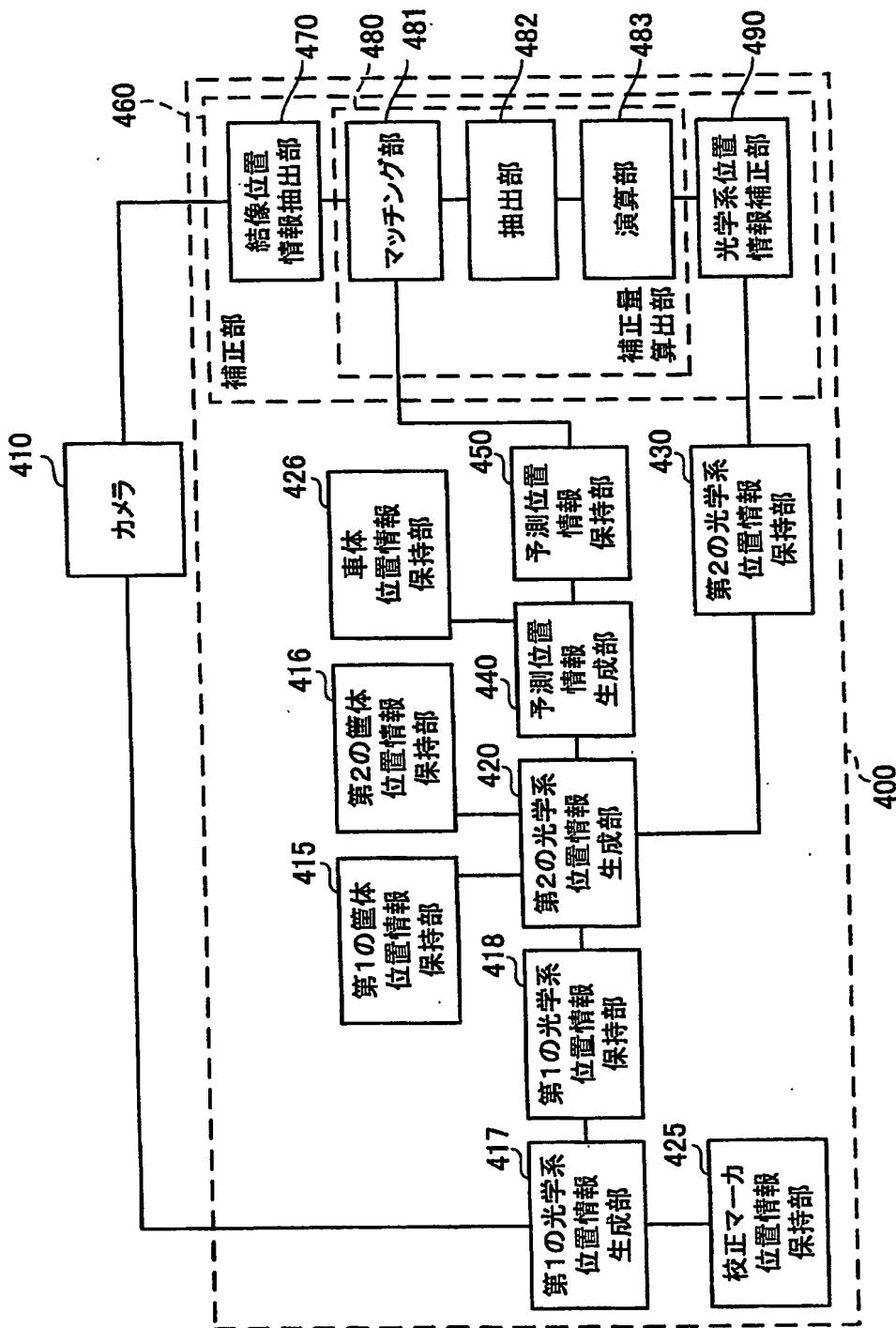
394



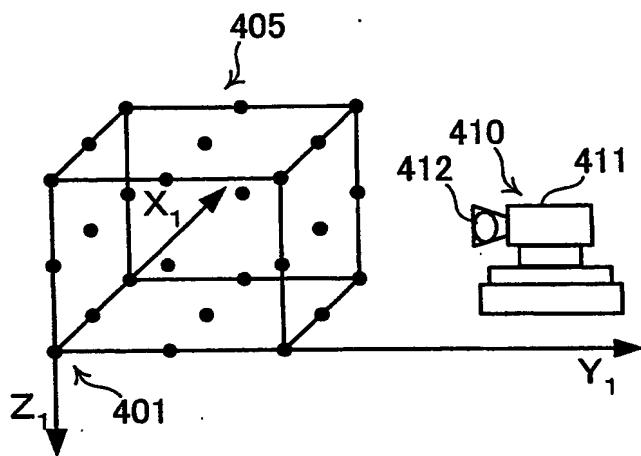
【図28】



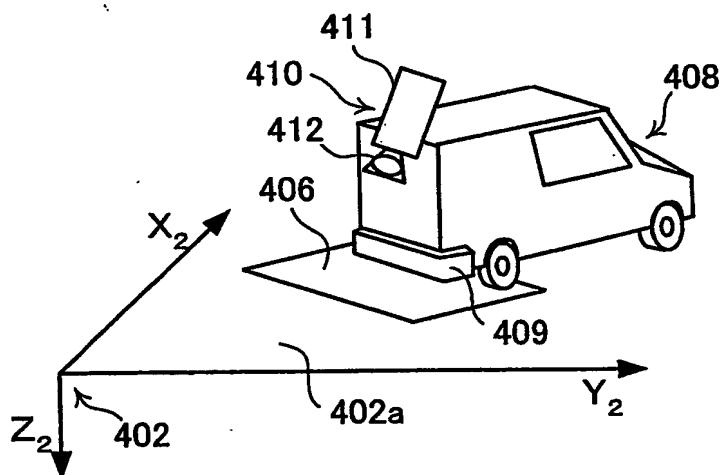
【図29】



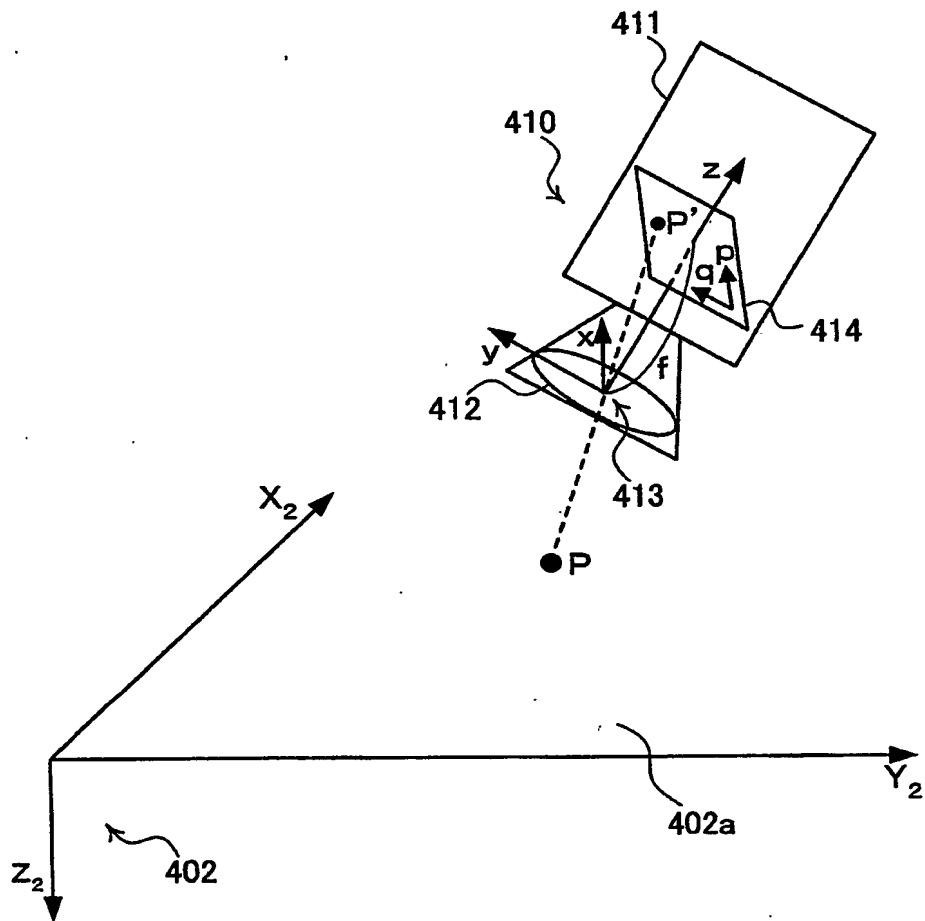
【図30】



【図31】

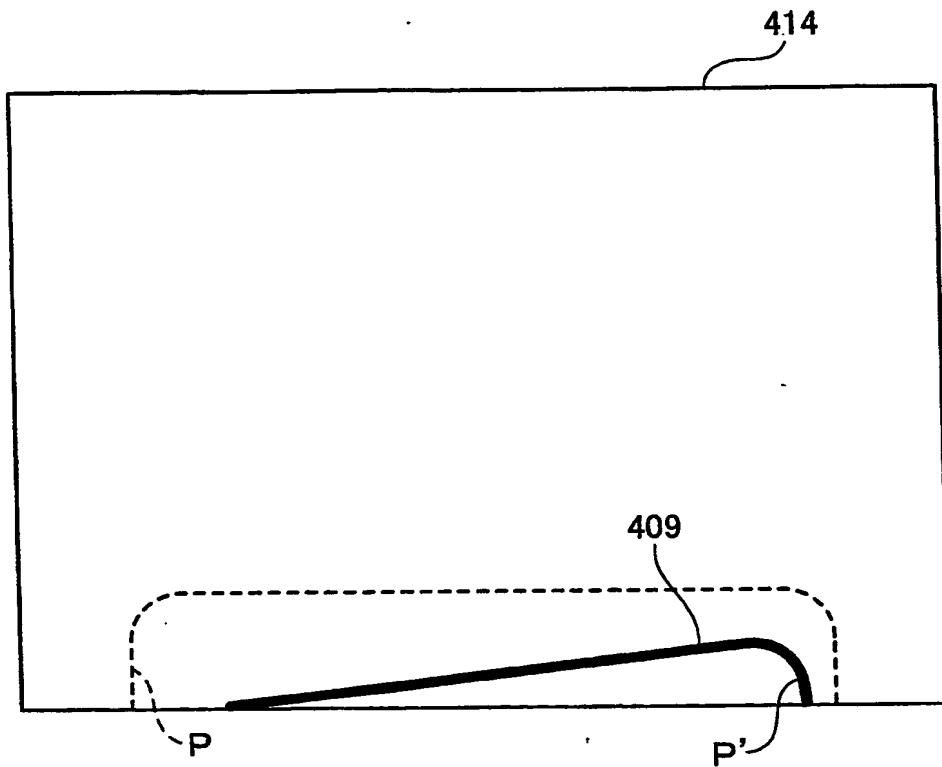


【図32】

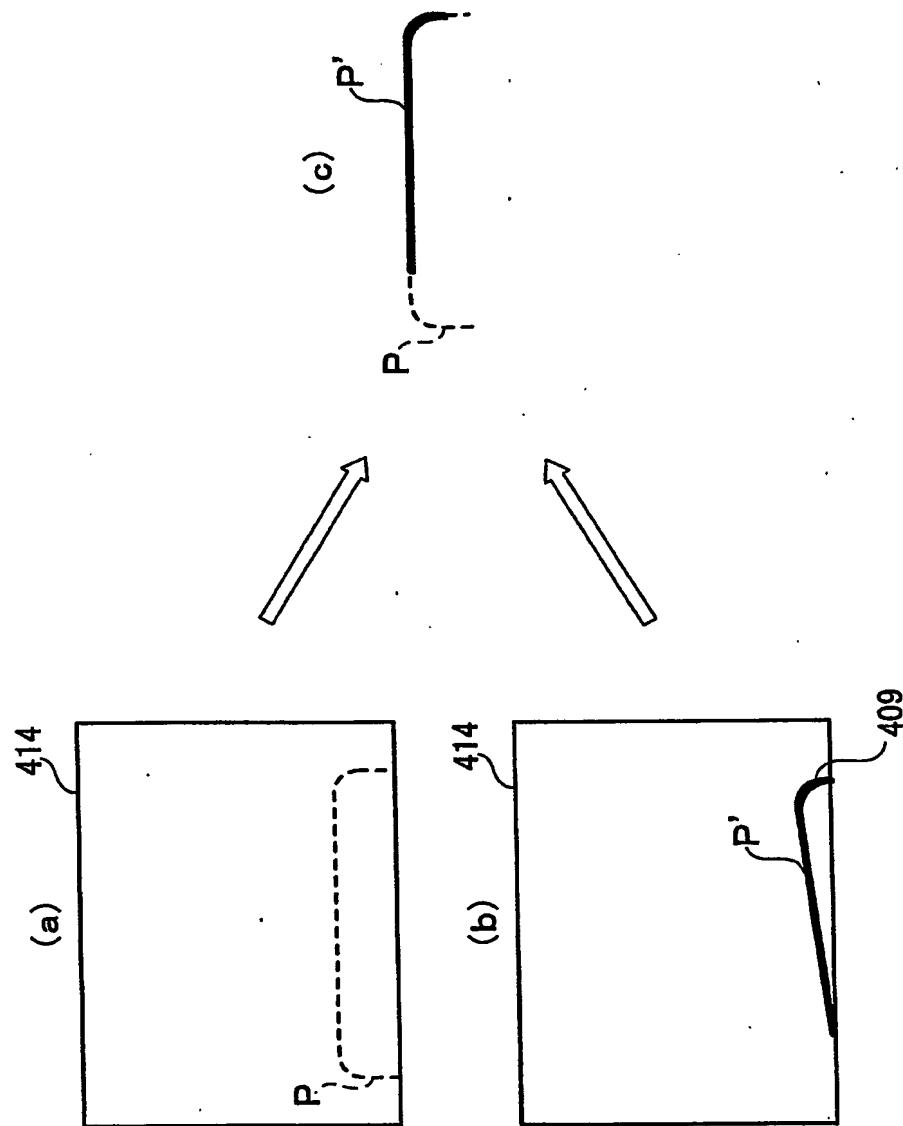


特2003-111432

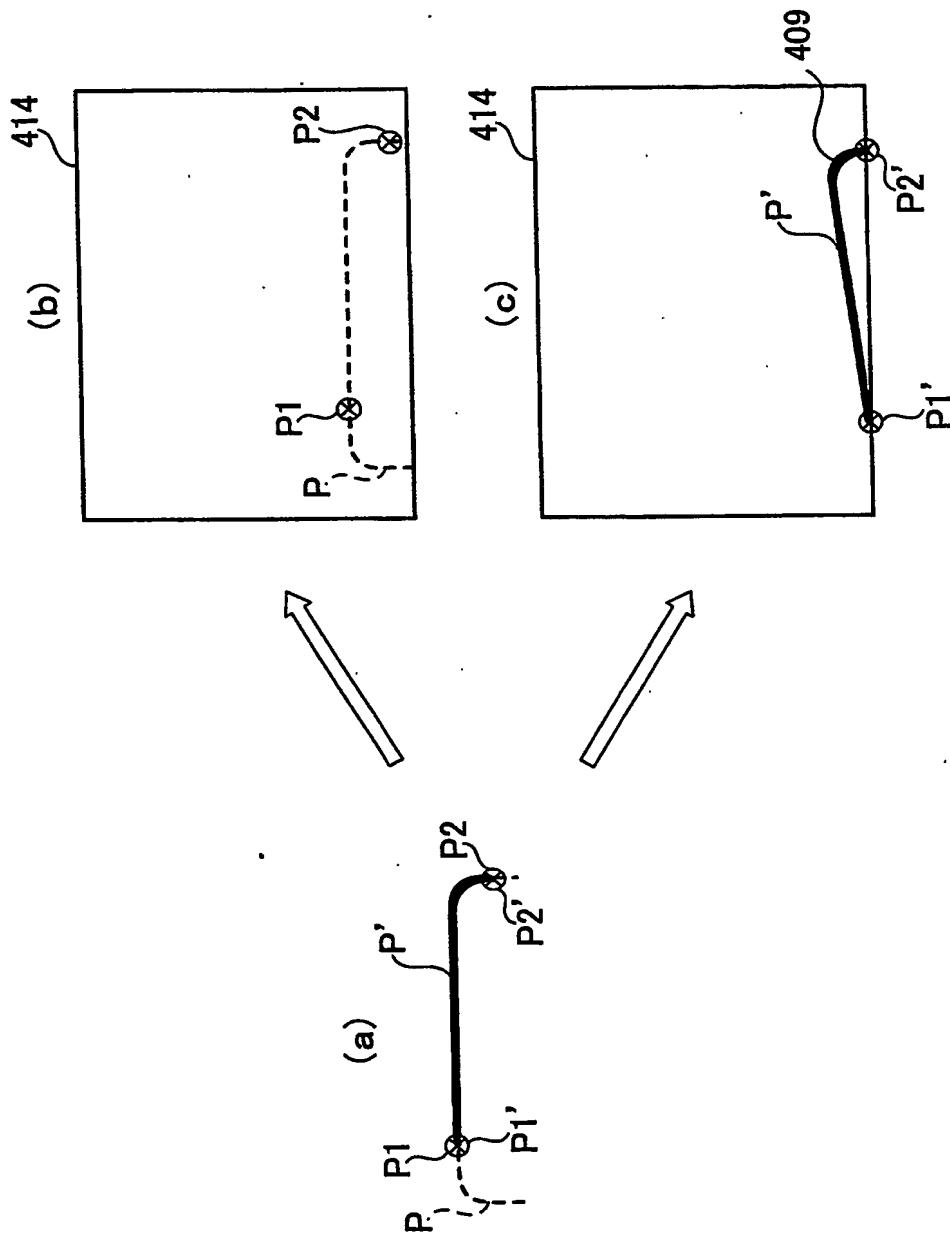
【図33】



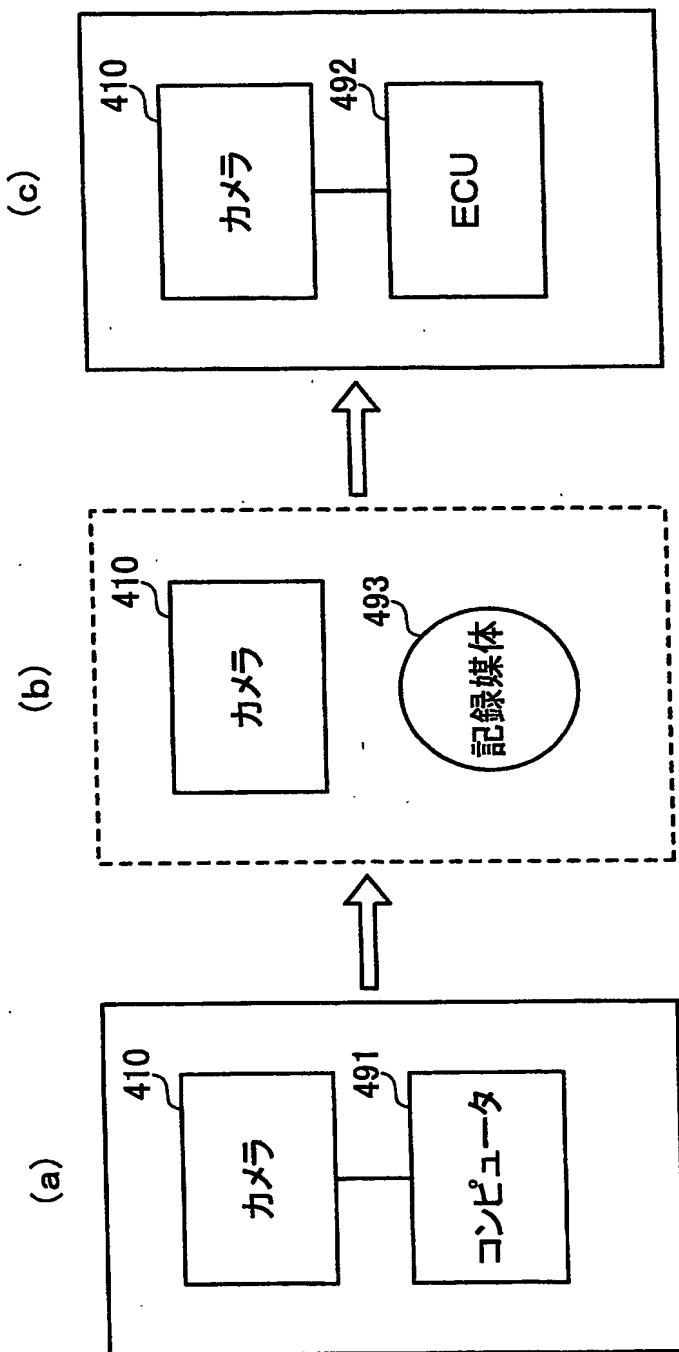
【図34】



【図35】

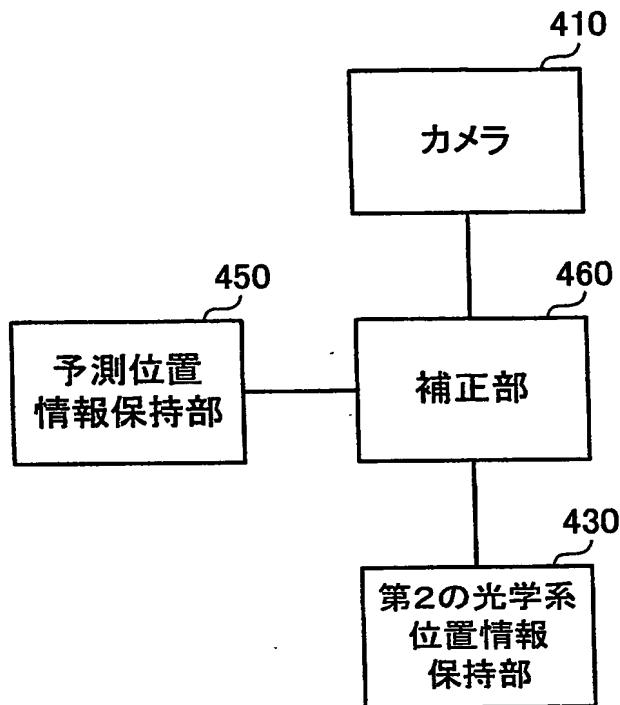


【図36】

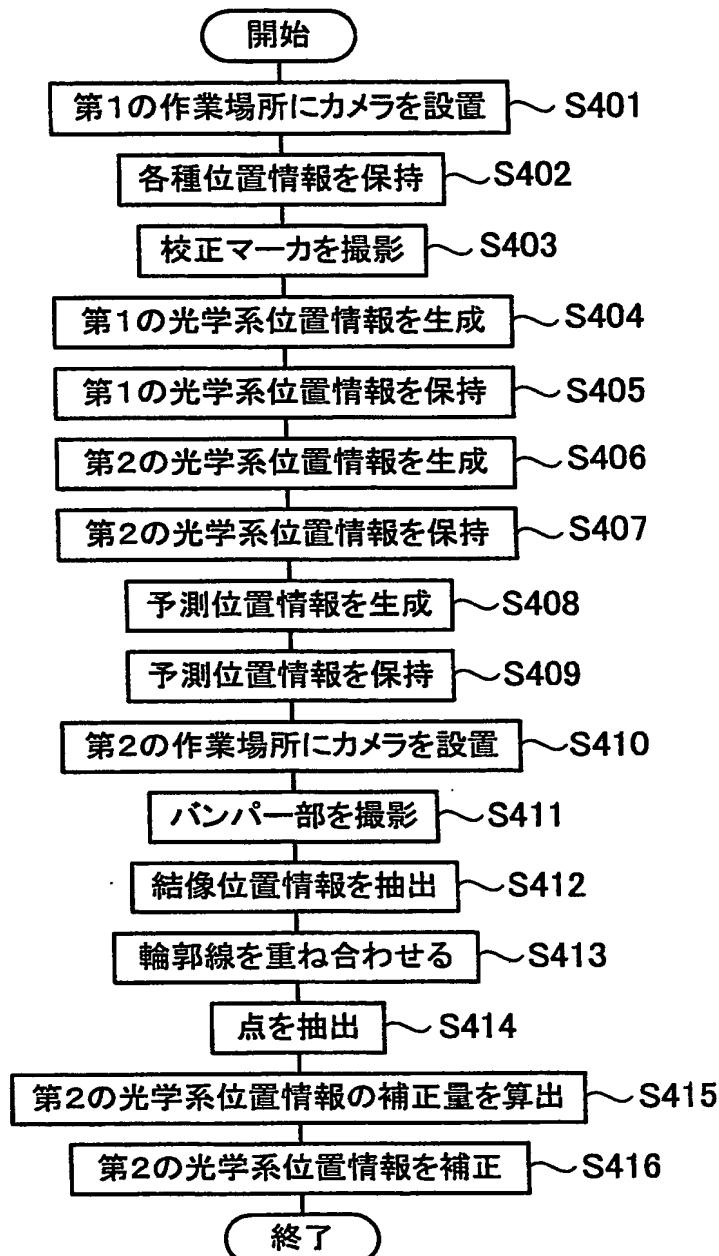


【図37】

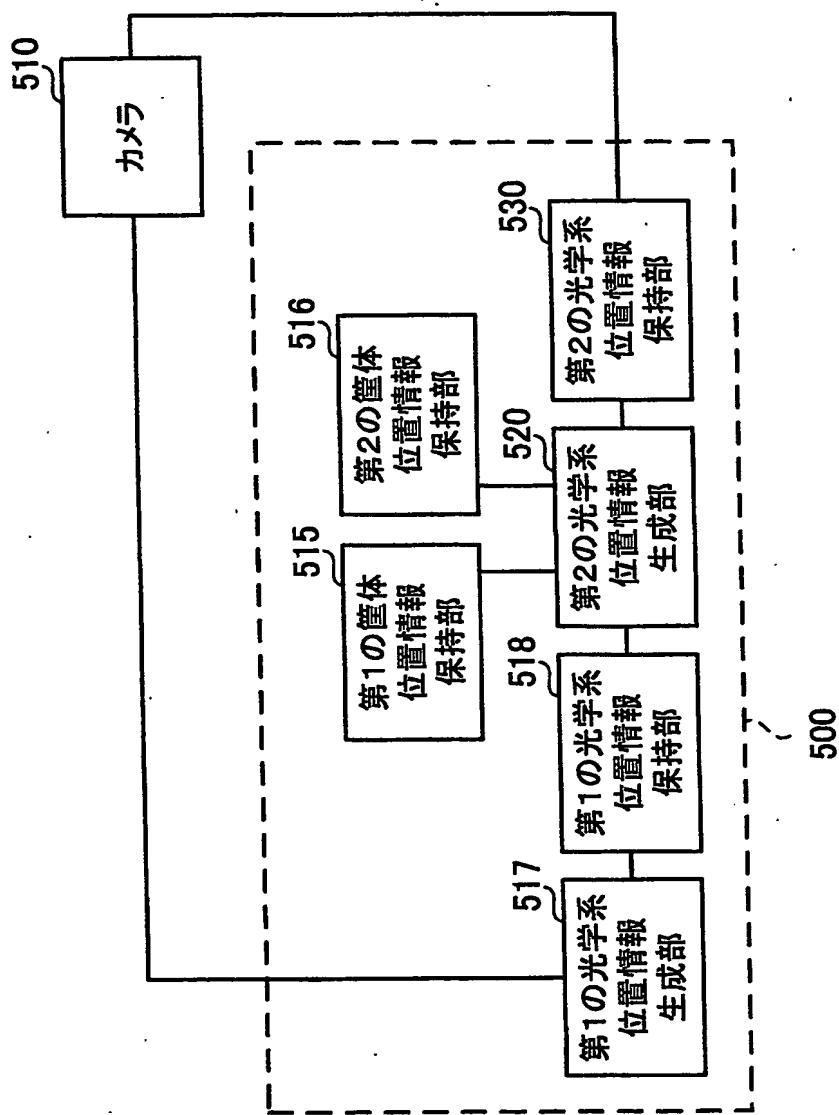
494



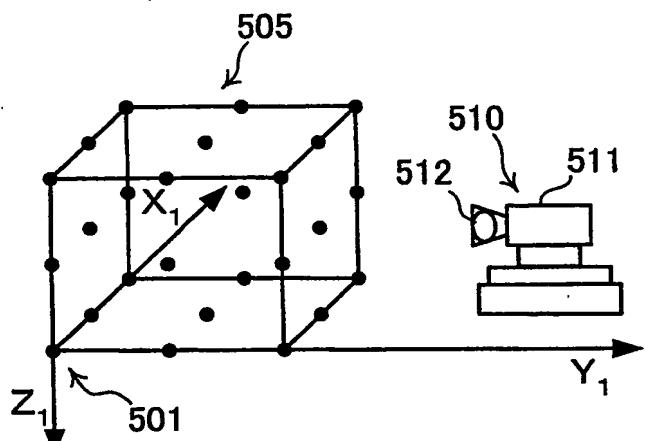
【図38】



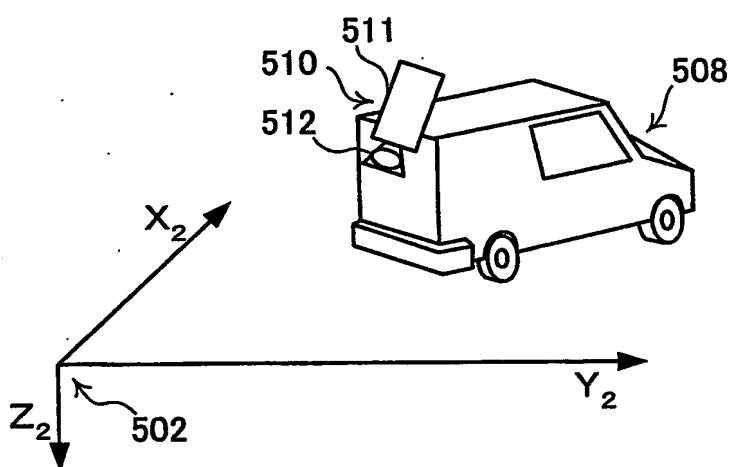
【図39】



【図40】



【図41】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正すること
ができるカメラ補正装置を提供すること。

【解決手段】 第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部115と、第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部116と、第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118と、第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部120と、第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部130と、カメラ110によって取得された第2の座標系102における画像情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部160とを備える
ように構成する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社